

## MANUALE DELLE PROCEDURE DI INTERVENTO

### E SCHEDE TECNICHE

#### Premesse

Il **D.P.G.R. Campania n. 376 del 11.06.2003** - Regolamento di Attuazione della Legge Regionale n. 26 del 18.10.2002: Norme ed incentivi per la valorizzazione dei centri storici della Campania e per la catalogazione dei Beni Ambientali di qualità paesistica. Modifiche alla Legge Regionale n. 3 del 19.02.1996, agli Artt. 3 e 4 dell'**Allegato A**, così recita:

#### 3 - Obiettivi del MTIM (Manuale delle tecniche di intervento e dei materiali)

Il Manuale specifica le tecniche e i materiali da utilizzare negli interventi di valorizzazione, di riqualificazione, di conservazione e recupero dei beni o gruppi di beni classificati ai sensi dell'art. 2, comma 1 della legge regionale 18 ottobre 2002 n. 26.

Lo spazio urbano è il risultato di un processo di interventi, spesso non corretti, che nel loro insieme hanno lasciato il segno nell'organizzazione dello spazio, contribuendo a definire l'immagine del degrado dell'ambiente urbano.

In tale logica, le stratificazioni che strutturano la forma e l'immagine del singolo bene architettonico, o dell'interno nucleo storico, vanno colte in tutta la loro complessità attraverso l'analisi dello stato di fatto e la proposta di soluzioni progettuali miranti a migliorare la scena urbana e a costruire un'immagine degli insediamenti legata anche all'organizzazione e programmazione degli interventi, all'efficienza dei servizi e alla funzionalità delle infrastrutture.

In tale logica è inoltre essenziale ricordare che tutti gli interventi di riqualificazione, recupero e valorizzazione dei beni o gruppi di beni classificati ai sensi

dell'art. 2, comma 1 della legge regionale 18 ottobre 2002 n. 26 sono attuati nel rispetto della definizione normativa di restauro di cui all'art. 34 del decreto legislativo 29 ottobre 1999, n. 490, con la finalità del mantenimento dell'integrità materiale del bene e della conservazione e protezione dei suoi valori culturali.

#### 4 - Contenuti del MTIM (Manuale delle tecniche di intervento e dei materiali)

Il MTIM definisce il quadro degli interventi di conservazione, riqualificazione e ripristino che, nel rispetto delle indicazioni metodologiche e di delle finalità assunte dal programma integrato di riqualificazione urbanistica, edilizia e ambientale, pervengono alla proposta progettuale di trasformazione di ciascun immobile attraverso preliminari fasi di rilievo e di analisi critica.

Con riferimento al quadro e alle fasi sopra delineati, il MTIM definisce i criteri ai quali devono attenersi le diverse categorie di intervento ammissibili, per le finalità del mantenimento dell'integrità materiale di ciascun bene e della conservazione e protezione dei suoi valori culturali.

Rilievo. Gli interventi di valorizzazione, di riqualificazione, di conservazione e recupero dei beni o gruppi di beni classificati ai sensi dell'art. 2, comma 1 della legge regionale 18 ottobre 2002 n. 26 vengono condotti sulla base di rilievi preliminari del bene volti, ad integrazione della scheda di catalogazione, ad accertare lo stato di conservazione dell'opera, a definirne le emergenze di valore storico, artistico e documentale, a riconoscere materiali e tecniche di esecuzione originarie e specifiche dell'opera rispetto a quelle invasive e a motivare conseguentemente l'intervento diretto sull'opera stessa. Il rilievo viene condotto su coperture, rivestimenti, infissi e serramenti, superfetazioni edilizie, pavimentazioni e accessori stradali, verde urbano, impianti tecnologici, contenitori per la raccolta dei rifiuti solidi urbani, elementi impiantistici privati (sistemi di allontanamento delle acque meteoriche e reflue, insegne, antenne, serbatoi, canne fumarie, ecc.), elementi impiantistici pubblici (sistemi di illuminazione su pali o a braccio, fili elettrici o telefonici, tubazioni del gas metano, pannelli per l'informazione, cabine di controllo e vani tecnici).

Analisi critica. I risultati del rilievo vanno analizzati al fine di consentire l'individuazione della più opportuna soluzione delle condizioni di alterazione e di degrado, che è non sempre di tipo fisico (interramento delle linee elettriche e telefoniche, ripavimentazione di vie sconnesse, ecc.), ma anche di tipo comportamentale (orari definiti per la deposizione dei rifiuti negli appositi cassonetti ovvero diversa organizzazione comunale per la raccolta dei rifiuti medesimi che può comportare l'eliminazione dei cassonetti stessi; diversa localizzazione di attività e funzioni pubbliche e private, ecc.).

*Il MTIM contiene le prescrizioni esecutive alle quali si dovranno attenere gli interventi di restauro e di trasformazione dei beni architettonici o urbanistici di rilievo storico e artistico previsti dall'art. 5 della legge regionale 18 ottobre 2002 n. 26, nel rispetto della definizione normativa di restauro di cui all'art. 34 del decreto legislativo 29 ottobre 1999 n. 490, relativamente agli aspetti di seguito specificati:*

*Caratteri generali. Sono definiti gli obblighi e le prescrizioni relativi all'uso dei materiali e alla scelta delle tecniche, in particolare per quanto riguarda l'utilizzazione, per gli interventi di consolidamento, risarcitivi, integrativi e/o sostitutivi, degli originari materiali di costruzione del manufatto e delle originarie tecniche di esecuzione.*

*Sono altresì stabilite le prescrizioni relative all'uso di materiali e tecniche tradizionali del luogo (o dei luoghi) di riferimento, anche attraverso un opportuno coinvolgimento e valorizzazione della perizia operativa artigiana del territorio. Sono definite le prescrizioni e le raccomandazioni necessarie per ottenere la massima riduzione di immissione di nuovi materiali o, in ogni caso, di materiali non compatibili con le caratteristiche materiali, statiche ed estetiche del manufatto, nonché le raccomandazioni per la sostituzione di materiali invasivi (introdotti da vecchi restauri) con materiali tradizionali.*

*Pulitura e trattamento delle superfici. Il manuale definisce le metodiche e gli accorgimenti che dovranno essere adottati nei progetti di restauro affinché sia garantito il rispetto delle tessiture costituite nel corso del tempo, qualora queste abbiano specifiche qualità estetiche, conservative e non corrosive dei materiali sottostanti originari, e siano perciò tali da non arrecare pregiudizio alla conservazione e alla lettura filologica del manufatto. Sono presenti inoltre le raccomandazioni necessarie a evitare per la pulitura l'impiego di agenti chimici dal comprovato effetto corrosivo delle superfici.*

*Poiché il recupero della tessitura superficiale dell'opera non può essere scisso da quello delle finiture e dei trattamenti complementari previsti all'atto della costruzione della stessa o comunque intervenuti nel corso del passaggio del manufatto nel tempo, il MTIM prescrive, di norma, la rilevazione preliminare di ogni traccia di decorazione superstite prima di ogni raschiatura e tinteggiatura delle superfici, e definisce i criteri ai quali dovranno attenersi le operazioni di ritinteggiatura e intonacatura delle pareti e/o superfici esterne dell'opera affinché sia garantito il rispetto delle grane e stesure originali (o comunque succedutesi nel corso del tempo), delle originarie tecniche esecutive, oltre che della originaria disposizione dei colori, sia nel caso di totale intonacatura che in quello di integrazione di intonaci antichi. Definisce le prescrizioni e le raccomandazioni necessarie perché le integrazioni siano differenziate dalla stesura originaria,*

*analogamente a quanto esplicitato circa le prescrizioni generali su integrazioni e sostituzioni.*

*Stabilisce gli obblighi di rispetto dei rapporti originari tra partiture, membrature e svecchiature architettoniche, delle differenziazioni del colore o del trattamento dell'intonaco originari, delle intenzioni originarie di simulazione di materiali diversi attraverso differenziazioni cromatiche o di trattamento degli intonaci.*

*Stabilisce norme per il divieto di operazioni di tinteggiatura omogenea e indiscriminata volte a obliterare il senso dei rapporti descritti.*

*Definisce la normativa tecnica per le integrazioni e sostituzioni di elementi architettonici, decorativi, pittorici ecc., nei casi di necessità estetica e statica, nei quali rimane comunque implicita l'esigenza della assoluta riconoscibilità degli inserti integrativi e/o sostitutivi attraverso differenziazioni di materiali o di trattamento dello stesso materiale e/o attraverso l'isolamento della zona di integrazione con sottili listelli (ad esempio in mattoni di cotto) lungo la fascia perimetrale.*

*Interni degli edifici. A integrazione di quanto stabilito sui caratteri generali, il MTIM aggiunge la raccomandazione di conservare e/o ripristinare l'originaria distribuzione degli spazi interni (in accordo, ove possibile, con l'originaria funzione degli stessi) e i primitivi sistemi di copertura degli stessi, in relazione al principio che ammette l'utilizzo di materiali e tecniche di costruzione moderne esclusivamente per necessità statiche e strutturali.*

*Obblighi generali. Il MTIM disciplina l'utilizzo specifico di malte, strumenti e materiali di pulitura e di costruzione, vernici, etc., rinviando a quanto utilizzato e seguito, con valore normativo, nella prassi operativa dell'Istituto Centrale del Restauro di Roma e dell'Opificio delle Pietre Dure di Firenze; Giunta Regionale della Campania analogamente, e sempre in accordo con tale prassi, fa riferimento alle metodologie operative seguite dalle ditte edili qualificate per gli interventi di restauro secondo quanto stabilito dalla normativa vigente in materia.*

Il presente *Piano del Colore* suddivide il *MTIM - Manuale delle tecniche di intervento e dei materiali* – in due sezioni: la presente sezione, costituente il *Manuale delle Procedure d'Intervento e Schede Tecniche*, ha il fine di fornire una guida attendibile alla

progettazione ed alla successiva esecuzione di interventi di manutenzione, o restauro, finalizzati alla comprensione ed al rispetto degli elementi strutturali e, soprattutto, alla consistenza dei materiali costituenti i fabbricati; l'altra sezione, costituita dal *Prescrizioni Tecniche sugli Interventi*, riporta le prescrizioni rivolte espressamente alle parti esterne degli edifici, agli infissi ed alle recinzioni, alle cortine ed alle quinte edificate, alle strade ed ai muri di recinzione, agli apparecchi comunicativi ed ai servizi, ed a tutto quant'altro costituisce il fronte tra gli spazi pubblici e quelli privati.

Entrambe le sezioni di cui innanzi sono redatte nel rispetto della ***Carta Italiana del Restauro del 1972***, della ***Convenzione Europea del Paesaggio del 2000***.

Preme sottolineare che il seguente elenco di "*schede d'intervento*" non deve considerarsi prescrittivo, ne intende fornire la soluzione a tutti i problemi, ma piuttosto suggerisce o indica delle opzioni e delle linee guida che potranno essere considerate anche semplici punti di partenza per successivi approfondimenti dipendenti dalla natura delle situazioni e delle problematiche da affrontare.

Questo elenco di schede tecniche avrà, quindi, lo scopo di orientare l'operato dei professionisti operanti sul territorio comunale attraverso una serie di indicazioni tecniche specifiche, e di colmare eventuali lacune presenti nelle progettazioni. La sola attenzione al dato tipologico, infatti, non sarà sufficiente a garantire la salvaguardia di tessuti urbani ritenuti di rilevante interesse storico. L'obiettivo finale di questa sorta di prontuario sarà, ancora una volta, quello di avviare un processo che tenderà a costruire "*una regola per il recupero*" ovvero, dei modelli di riferimento per gli operatori così da colmare il vuoto di cultura specifica che l'estinzione dei tradizionali saperi artigianali ha provocato.

La campionatura di procedure operative, di seguito riportate, ha come scopo quello di illustrare i vantaggi pratici che un simile strumento di lavoro può essere in grado di fornire; un apporto in più capace di correlarsi e supportare il progetto di restauro attraverso la possibilità che offre di descrivere la procedura per singole fasi esecutive cosicché possa essere trasmessa a chi dovrà concretamente realizzarla senza lasciare niente al libero arbitrio.

Oltre a quanto espressamente di seguito riportato, si rimanda altresì alla **Carta Italiana del Restauro del 1972**, allegata al presente Piano del Colore.

### **Operazioni preliminari alle opere di intonacatura e coloritura**

La procedura operativa prevede, previa accurata asportazione sia di materiale incoerente (polveri e detriti) sia d'eventuali materiali d'alterazione (croste nere, pellicole, efflorescenze saline ecc.) un'eventuale regolarizzazione dei bordi della lacuna e l'asportazione, con l'ausilio di mazzetta e scalpello, delle parti disancorate o fortemente degradate al fine di produrre una superficie scabra che faciliti il successivo ancoraggio dei materiali aggiuntivi. Nel caso di cornici o modanature di malta di calce o cemento con presenza di armature metalliche interne, oramai ossidate o scoperte, si renderà necessario (previa spazzolatura a "metallo bianco" dei ferri a vista) un primo trattamento, al fine di fermare i fenomeni degradanti, con idonea boiaccia passivante anticarbonatante, realizzando uno strato continuo di almeno 1 mm (caratteristiche minime: adesione all'armatura  $> 2,5 \text{ N/mm}^2$ , pH  $> 12$ , tempo di lavorabilità a 20°C e 50% U.R. circa 40-60 min., temperatura limite di applicazione tra +5°C e +35°C).

### **Rappezzo di intonaco**

Previa un'attenta valutazione del reale stato conservativo del supporto il rappezzo d'intonaco dovrà relazionarsi sia all'intonaco ancora presente sulla superficie sia alla natura della muratura garantendo, per entrambi, un'efficace adesione, l'affinità fisico/chimica e meccanica. Il rappezzo dovrà essere, infatti, realizzato con un intonaco compatibile con il supporto e simile a quello esistente per spessore (numero di strati), composizione e traspirabilità; i coefficienti di dilatazione termica e di resistenza meccanica dovranno essere simili a quelli dei materiali esistenti così da poter garantire lo stesso comportamento alle diverse sollecitazioni (pioggia battente, vapore, umidità ecc.). La formulazione della malta per realizzare il nuovo intonaco dovrà presentare le

caratteristiche tecnologiche dell'intonaco rimasto sulla superficie ovvero, dall'analisi della rimanenza si dovranno dedurre le varie stratificazioni, i diversi componenti e in che modo sono stati combinati tra loro: rapporto aggregato-legante, granulometria inerte e il tipo di legante. Prima di procedere con il rappezzo la superficie dovrà essere preparata; la muratura interessata dall'intervento dovrà essere sufficientemente asciutta (esente da fenomeni d'umidità), scabra (mediante picchiettatura, bocciardatura ecc.) e pulita (priva di sali e/o patine al riguardo si rimanda agli articoli specifici inerenti le puliture) in modo da consentire la totale aderenza della nuova malta sul supporto dopodiché, si eseguirà l'inumidimento della muratura tramite pennello imbevuto d'acqua o, mediante l'uso di un semplice nebulizzatore manuale (contrariamente una parete asciutta potrebbe assorbire eccessivamente l'acqua presente nell'impasto provocando il ritiro della malta). Al fine di garantire la corretta realizzazione dell'impasto dovranno essere presi degli accorgimenti sul modo di dosare e amalgamare i diversi componenti.

La preparazione della malta, se avverrà in cantiere, dovrà essere fatta in contenitori puliti privi di residui di sostanze che potrebbero alterare la natura dell'impasto, avendo cura di dosare sapientemente la quantità d'acqua (sarà consigliabile iniziare l'impasto con circa 2/3 della quantità d'acqua necessaria aggiungendo, durante le fasi di lavorazione, la parte rimanente) onde evitare la formazione di impasti o troppo fluidi o poco lavorabili, lo scopo dovrà essere quello di ottenere una consistenza tale da garantire la capacità di adesione fino all'avvenuta presa sul supporto (la malta dovrà scivolare dalla cazzuola senza lasciare traccia di calce sulla lama); il dosaggio degli ingredienti dovrà essere fatto con estrema cura e precisione evitando, dove è possibile, metodi di misurazione troppo approssimativi (pala o badile) in modo da riuscire ad ottenere formulati aventi le caratteristiche indicate e richieste da progetto; la quantificazione in cantiere potrà avvenire prendendo come riferimento un'unità di volume identificata in un contenitore

facilmente reperibile in sito (secchi e/o carriole). Il secchio da murature corrisponde a circa 12 litri (0,012 mc) mentre una carriola avrà una capacità di circa 60 litri, circa cinque secchi, (0,060 mc). L'impasto potrà essere eseguito a mano lavorando i componenti su di un tavolato (non sul terreno), o ricorrendo ad attrezzature meccaniche quali piccole betoniere o impastatrici.

Compiuta la pulitura, e se necessario il consolidamento, dei margini del vecchio intonaco si procederà all'applicazione sulla parete del rappezzo seguendo i diversi strati indicati da progetto; previa bagnatura del muro, verrà applicato il rinzaffo (in malta morbida con aggregati a grana grossa 1,5-5 mm) in modo tale da penetrare bene negli interstizi dell'apparecchio, a presa avvenuta, previa bagnatura della superficie, si procederà alla stesura dell'arriccio, tramite cazzuola, in strati successivi (1-1,5 cm) fino a raggiungere lo spessore indicato da progetto utilizzando una malta composta da aggregati medi (0,5-1,5 mm), l'ultimo strato di arriccio verrà pareggiato e frattazzato. La finitura, verrà applicata con frattazzo in strati sottili lisciati con frattazzini di spugna, leggermente imbevuti di acqua. In presenza di spessori considerevoli (tra i 6-8 cm) sarà consigliabile realizzare, una rincocciatura (per maggiori dettagli si rimanda all'articolo specifico) della cavità con malta idraulica (calce idraulica naturale NHL 3,5 e scaglie di laterizio rapporto legante inerte 1:3). Particolare attenzione dovrà essere fatta nella messa in opera in prossimità delle zone d'unione tra le due superfici poiché, la loro corretta esecuzione potrà evitare l'insorgenza di punti di discontinuità, a tale riguardo sarà consigliabile rifinire i lembi con spatolini da stuccatore in modo da garantire una maggiore precisione nella rifinitura. L'applicazione del nuovo intonaco dovrà essere fatta con i valori della temperatura esterna tra i 5°C e i 30°C; la malta dovrà essere accuratamente compressa all'interno della lacuna al fine di ottenere delle buone caratteristiche meccaniche, inoltre tra la posa dei vari strati dovranno intercorrere dei tempi d'attesa (relazionati alle diverse tipologie di malte) durante

i quali le superfici dovranno essere bagnate. La presenza del rappezzo sulla superficie muraria se specificato dagli elaborati di progetto potrà non mimetizzarsi con la preesistenza così da tutelare le diverse stratificazioni storiche; a tale riguardo i rappezzi esterni potranno essere rilevabili diversificando la lavorazione dello strato di finitura (ad esempio, passando una spazzola di saggina sullo strato di finitura a presa iniziata ma ancora lavorabile), utilizzando granulometria di inerti leggermente differenti o dipingendolo con una tonalità di colore più chiara o più scura (a discrezione del progettista) mentre, per quanto riguarda i rappezzi interni (meno soggetti all'azione degradante) oltre alle soluzioni sopra citate si potrà decidere di arretrare lo spessore del rappezzo di pochi millimetri rispetto allo spessore del vecchio intonaco.

*Specifiche:* nel caso in cui il rappezzo presentasse un'ampiezza considerevole, sarà opportuno predisporre, sopra il primo strato di rinzafo, delle idonee guide al fine di controllare lo spessore e la planarità dell'intonaco. Tali guide potranno essere messe in opera come segue: si fisseranno alla parete dei piccoli conci di laterizio (allineati verticalmente distanziati di circa 50-100 cm) utilizzando la stessa malta dell'intonaco per uno spessore corrispondente a quello definitivo indicato da progetto, tra i conci verticali verrà eseguita una striscia di malta (la stessa realizzata per l'intonaco), tirata a piombo. È buona norma, al fine di consentire la corretta lavorazione della superficie, che l'interasse delle guide sia 40-50 cm inferiore rispetto alla lunghezza della staggia disponibile in cantiere. Le fasce così realizzate costituiranno il dispositivo di controllo dello spessore dell'intonaco.

Al fine di ridurre il rischio di cavillature sarà conveniente seguire delle accortezze tipo: non utilizzare malta con elevato dosaggio di legante (malta grassa) che dovrebbe, in ogni caso essere decrescente dallo strato di rinzafo a quello di finitura, così

come dovrebbe essere la resistenza a compressione; applicare la malta per strati successivi sempre più sottili con aggregati a granulometria più minuta partendo dagli strati più profondi fino ad arrivare a quelli più superficiali.

### **Rappezzo di intonaco di calce (aerea e idraulica)**

La malta di calce aerea, largamente utilizzata in passato per intonacare le pareti esterne, si componeva principalmente di calce spenta, sabbia e terre colorate; il legante era lo stesso per i diversi strati ciò che variava era la quantità e la dimensione degli inerti (più grandi per gli strati interni più piccoli per quelli esterni). Il rappezzo d'intonaco con questo tipo di malta dovrà essere eseguito con particolare cura tenendo conto dei fattori vincolanti per il risultato finale come i lunghi tempi d'attesa fra le diverse fasi della posa e la necessità di irrorare costantemente la superficie onde evitare di "bruciare" l'impasto con conseguente diminuzione delle caratteristiche di resistenza e di durabilità; durante il processo di presa, infatti, la perdita d'acqua dovrà essere graduale; il quantitativo d'acqua dovrà essere relazionato ai singoli casi specifici poiché l'asciugatura più o meno veloce dipenderà da diversi fattori tra i quali: l'umidità atmosferica, il sole battente e la velocità del vento. Considerata la difficoltà della messa in opera si potrà realizzare un rappezzo limitando la malta di calce aerea (sia grassello di calce sia calce idrata) allo strato finale mentre per i primi strati aggiungere all'impasto una quantità di legante idraulico (calce idraulica naturale NHL o in alternativa calce idraulica naturale con aggiunta di materiali pozzolanici fino ad un massimo del 20% NHL-Z) in modo da poter accorciare i tempi d'attesa fra le diverse fasi operative. Previa preparazione del supporto come indicato nell'articolo inerente il rappezzo di intonaco si procederà alla posa del primo strato di rinforzo che potrà essere composto da 2 parti di grassello di calce, 1 parti di calce idraulica

naturale NHL 5 e 9 parti di sabbione (in alternativa si potranno sostituire 3 parti di sabbione con altrettante di coccio pesto o pozzolana) lasciando la superficie a ruvido, dopo aver atteso almeno tre giorni (durante i quali la superficie verrà costantemente bagnata) previa bagnatura del supporto si stenderà lo strato di arriccio (ad es., 4 parti di grassello di calce, 1 parte di calce idraulica naturale NHL 3,5, 10 parti di sabbia vagliata) in eventuali strati successivi (di spessore non superiore a 1-1,5 cm per singolo strato) fino a raggiungimento dello spessore indicato da progetto. L'ultimo strato verrà staggiato superficialmente portando il profilo dell'intonaco al giusto livello aiutandosi con le fasce di guida, si dovrà provvedere alla frattazzatura così da uniformare la planarità e le superfici dovranno risultare piane ma allo stesso tempo scabre per consentire alla finitura di aderire bene (per maggiori dettagli sulle finiture si rimanda a quanto detto agli articoli specifici).

*Specifiche:* sarà opportuno ricordare che i rappezzati di sola malta di calce aerea idrata in polvere saranno poco confacenti per superfici esterne poiché poco resistenti nel tempo all'aggressione degli agenti atmosferici (poco resistenti alle sollecitazioni meccaniche e spiccata propensione all'assorbimento capillare d'acqua), si consiglierà pertanto di limitare l'intervento, dove sarà consentito, alle superfici interne. Nella preparazione delle malte con grassello di calce, il grassello dovrà essere anticipatamente stemperato (in pari volumi d'acqua) così da ottenere una densità tale da mantenere limitatamente le forme, in ogni caso tale da non essere autolivellante in superficie; ottenuto il latte di calce, sempre mescolando, verrà aggiunto l'inerte scelto. In caso di malte bastarde con grassello e calce idraulica quest'ultima dovrà essere mescolata precedentemente all'impasto con l'inerte.

Per quanto concerne le malte idrauliche dovranno essere utilizzate entro le 2 ore in estate (3 ore in inverno) dall'aggiunta dell'acqua.

Ad operazione conclusa sarà possibile porre in risalto l'aggregato, tamponando la superficie con spugne ed acqua deionizzata o sfregando la superficie con pasta abrasiva, rimossa in un secondo tempo con spugna bagnata.

### **Integrazione di elementi in finta pietra**

La procedura si pone lo scopo di consolidare e/o ricostruire le modanature di pietre artificiali (ad es. cornicione di gronda, cornice marcapiano, profilo di archi ecc.) e di finti elementi architettonici (elemento di bugnato, paraste ecc.) eventualmente presenti sull'apparecchio murario.

### **Integrazioni cornici**

L'intervento tenderà a ricostruire elementi architettonici con presenza di modanature allorché la loro condizione estremamente degradata non permetta il recupero mediante semplice integrazione-stuccatura.

### **Armatura di sostegno**

Ove richiesto si procederà alla messa in opera di un'armatura di sostegno al fine di impedire allo stucco di deformarsi sotto il suo stesso peso proprio o di aderire in modo imperfetto al supporto. Queste armature potranno essere di vario tipo in ragione delle

dimensioni e della complessità delle modanature da restaurare. In presenza di mancanze di modeste dimensioni sarà sufficiente armare con chiodi inossidabili (minimo  $\varnothing$  4 mm) a testa larga o perni costituiti da barrette filettate in acciaio inossidabile, preferibilmente di tipo austenitico, della serie AISI 300L (314 o 316) che presenterà anche buone doti di piegabilità ( $\varnothing$  variabile dai 3 ai 6 mm) inseriti in perfori (con diametro e lunghezza leggermente superiori), e successivamente sigillati. La disposizione dei perni sarà, di norma, eseguita a distanza regolare (così da poter sostenere eventuali elementi in laterizio costituenti il corpo della cornice) in ragione al tipo di volume da ricostruire, in alternativa si potrà adottare una disposizione a quinconce, in tal modo si favorirà, l'eventuale, messa in opera di un reticolo di sostegno costituito unendo gli elementi con filo di ferro zincato ovvero d'ottone. Si potranno, inoltre, installare perni con l'estremità libera piegata ad uncino o con altra sagoma specifica. In ogni caso le barrette dovranno avere una luce libera pari ad un sotto livello di 1 o 2 cm rispetto alla superficie finale.

In presenza di volumi di notevole aggetto si potrà ricorrere ad armature "multiple" ovvero sia una prima armatura di lunghezza sufficiente a sostenere solo la parte più retrostante; una volta che questo livello sia indurito si provvederà ad armare il livello successivo fino ad arrivare allo spessore desiderato. Per il primo livello d'armatura si utilizzeranno elementi in laterizio (mattoni, tavelline, tozzetti ecc.) allettati con malta di calce idraulica; questi elementi dovranno preventivamente essere saturati d'acqua così da evitare, eventuali, sottrazioni di liquido all'impasto. L'esecuzione di supporti in laterizio sarà da adottare specialmente in presenza di cornici con base geometrica, all'intonaco sarà, in seguito, demandato il compito di raccordare le volumetrie di base e di creare le eventuali varianti. In alternativa si potranno utilizzare anche altre tecniche d'armatura come quella di predisporre un supporto costituito da listelli e tavolette di legno (di spessore sottile ad es., 5x25 mm) ben stagionato con funzione di centina di sostegno. Con questa

seconda tecnica si potranno ottenere grandi cornicioni leggeri, economici e di facile quanto rapida esecuzione.

### **Malta da ripristino**

L'integrazione potrà essere seguita con un impasto a base di calce idraulica, grassello di calce o, nel caso di elementi interni, di gesso, con, l'eventuale aggiunta, di resine acriliche (al fine di migliorare l'adesività della malta) e cariche di inerti selezionati di granulometria compatibile con il materiale da integrare (ad es., 1 parte grassello di calce, 3 parti calce idraulica naturale NHL 2, 10 parti di sabbia lavata e vagliata, 0,4 parti resina acrilica in emulsione; rapporto legante-inerte 1:2,5). In alternativa a questo tipo di malta si potrà utilizzare un impasto a base di polimeri sintetici, preferibilmente acrilici (buone caratteristiche agli agenti atmosferici, incolori e trasparenti anche in massa e scarsa tendenza all'ingiallimento) caricati con detriti e/o polveri della pietra dell'elemento originario (rapporto legante-inerte 1:2). Entrambi le tipologie d'impasto potranno essere additivate con pigmenti minerali al fine di avvicinarsi maggiormente come grana e colore al materiale originario. La reintegrazione andrà eseguita per strati successivi, analogamente al procedimento utilizzato per le stuccature, nel caso d'utilizzo d'impasto a base di resina acrilica, sarà consigliabile applicare strati di modeste dimensioni (massimo 10-15 mm) così da favorire la catalizzazione della resina. In presenza di notevoli sezioni da reintegrare potrà rivelarsi vantaggioso eseguire lo strato di fondo con un impasto formato da calce e coccio pesto con granulometria media (1,5-5 mm) (ad es., 3 parti di grassello di calce, 1 parte di calce idraulica naturale NHL 2, 8 parti di sabbia lavata e vagliata, 4 parti di coccio pesto; rapporto legante-inerte 1:3). Questo impasto permetterà di applicare strati spessi (massimo 30-40 mm) contenendo la manifestazione di fessurazioni

(fermo restando la bagnatura diretta o indiretta, servendosi di teli umidi, delle superfici per più volte a giorno per la durata di una settimana).

### **Modellazione con modine**

Al fine di ricostruire le modanature delle cornici sarà necessario preparare preventivamente una sagoma in metallo (lamiera di alluminio o zinco di 3-4 mm; saranno da evitare il ferro o il ferro zincato in quanto di difficile lavorabilità) che dovrà riprodurre in negativo il profilo della cornice da ripristinare. Sarà, inoltre, necessario applicare al di sopra e al di sotto della cornice (ovvero ai due lati se la cornice sarà verticale) una guida preferibilmente in legno duro dove far scorrere, a più riprese il *modine* (il movimento dovrà essere deciso e sicuro tale da non compromettere con sviluppi anomali il risultato finale). In alternativa si potranno utilizzare delle sagome libere (ad es., per la realizzazione di cornici a porte e finestre) che prenderanno come riferimento spigoli e/o rientranze precedentemente realizzati. In ogni caso la modellazione della malta con le sagome dovrà, necessariamente, essere eseguita solo quando questa cominci a far presa ma sia ancora modellabile. La sagoma dovrà essere tenuta sempre pulita recuperando la malta in abbondanza e pulendo accuratamente il profilo della lamina.

Per ripristinare cornici in stucco o in gesso di particolare complessità potrà essere vantaggioso predisporre due sagome: una per il fondo grezzo (di alcuni millimetri più piccola rispetto al disegno finale) l'altra (con dimensioni definitive) per lo strato di finitura. In ogni caso, per realizzare un cornicione di notevoli dimensioni, sarà sempre consigliabile operare in più passaggi (almeno 4 o 5) piuttosto che in uno solo, per cantieri di lavoro che non dovranno superare i 2-2,5 metri di lunghezza.

### **Modellazione con strumenti da muratore**

In alternativa alla *modine*, per cornici realizzate in cotto, si potrà sagomare la sezione anche con l'ausilio della sola cazzuola: si stuccheranno da prima i giunti portandoli alla quota con la superficie del laterizio, in seguito si stenderà a finitura un sottile strato d'intonaco. La lavorazione con la cazzuola seppure più lenta presenterà il vantaggio di poter operare anche in situazioni particolari come, ad esempio, quando il fondo in muratura risulterà talmente irregolare o compromesso tanto da essere impossibile impiegare sagome righe, bacchette o frattazzi. Questi ultimi strumenti si rileveranno molto utili allorché si intervenga su una cornice con parziali lacune e si riesca a modanare la superficie utilizzando le tracce rimaste.

*Specifiche:* al fine di riportare esattamente il disegno della modanatura sulla sagoma sarà necessario eseguire un calco in gesso o in resina sintetica il cui negativo verrà tagliato lungo una sezione trasversale e utilizzato per riprodurre l'esatto profilo.

### **Integrazioni bugna di facciata (anteride)**

L'intervento tenderà a ricostruire finti elementi architettonici come bozze di bugnato, paraste ecc. presenti sull'apparecchio murario allorché il loro stato di conservazione non permetterà più il recupero mediante semplice integrazione-stuccatura.

La procedura seguirà quella enunciata all'articolo sul ripristino di cornici ad eccezione di qualche precisazione dovuta alla natura stessa degli elementi oggetto di intervento. La malta da ripristino sarà, prevalentemente, a base di calce, gli eventuali leganti sintetici dovranno avere, esclusivamente, una funzione di additivi. La modellazione avverrà per ogni singola bozza mediante l'uso di due sagome libere munite di supporto ligneo da far scorrere una in senso orizzontale da destra verso sinistra, l'altra in senso verticale dal basso verso l'alto.

La malta dovrà inevitabilmente essere messa in opera su superficie scabra da ricavare, a seconda delle prescrizioni di progetto, mediante leggere striature del supporto, bocciardatura oppure mediante delle sorti di vere e proprie armature di sostegno costituite da reti di acciaio inossidabile a maglia stretta o in polipropilene. Nel caso di ricostruzione totale di bozza con oggetto di notevoli dimensioni sarà consigliabile eseguire un supporto, da ancorare alla parete, con l'ausilio di elementi in cotto allettati con malta di calce idraulica, sarà però necessario che questi elementi siano preventivamente saturati d'acqua così da evitare eventuali sottrazioni di liquido all'impasto.

### **Consolidamento in profondità mediante iniezioni con miscele leganti**

La procedura sarà eseguita al fine di consolidare strati di intonaco, anche affrescato, distaccato dal supporto, così da risarcire le eventuali lesioni e riempire le sacche perimetrali presenti tra il substrato e l'apparecchio retrostante. Prima di procedere al consolidamento vero e proprio sarà necessario effettuare delle operazioni di "saggiatura" preventiva eseguite mediante leggera, ma accurata battitura manuale, (tramite martelletto di gomma o semplicemente con le nocche della mano) sulla muratura

al fine di individuare con precisione sia le zone compatte sia delimitare (ad es., con un segno tratteggiato a gesso) il perimetro di quelle in fase di distacco (zone gonfiate e formanti “sacche”). In alternativa potranno essere individuate le zone di distacco mediante indagine termografica od altra indagine non distruttiva specificata dagli elaborati di progetto.

In assenza di piccole fessure, lacune o fori già presenti sulle superfici intonacate attraverso le quali operare l'iniezione si eseguiranno delle perforazioni, tramite piccolo trapano a mano (se le condizioni di conservazione del materiale lo consentono si potrà usare trapano elettrico) ad esclusiva rotazione con una punta di circa 2-4 mm (in caso di micro-consolidamento si potrà ricorrere all'utilizzo di punteruoli), rade nelle zone ben incollate e più ravvicinate in quelle distaccate; il numero dei fori sarà proporzionato all'entità del distacco ed indicato negli elaborati di progetto (in assenza di indicazioni si potrà operare in ragione di 8-10 fori per m<sup>2</sup>); in genere la distanza tra loro sarà di circa 40-60 cm mentre, la loro localizzazione, sarà tale da favorire il percolamento della miscela da iniettare, pertanto sarà necessario iniziare la lavorazione a partire dalla quota più elevata. In caso di distacco d'estensione limitata si potrà procedere all'esecuzione di un unico foro ed eventualmente, di un secondo se necessario per la fuoriuscita dell'aria dalla sacca di distacco durante l'immissione del consolidante.

Dopo aver eseguito le perforazioni si renderà necessario aspirare, attraverso una pera di gomma, gli eventuali detriti della foratura, le polveri e quanto altro possa ostacolare la corretta immissione e percolazione della miscela. In seguito si eseguirà una prima iniezione di acqua deionizzata ed alcool (5:1 in volume) con lo scopo di creare dei canali nella parte retrostante e di verificare allo stesso tempo l'eventuale esistenza di lesioni o fori da dove la miscela consolidante potrebbe fuoriuscire; in presenza di queste

fessure si procederà alla loro puntuale stuccatura (che verrà rimossa a presa avvenuta) tramite malta “magra”, a bassa resistenza meccanica di ancoraggio al supporto, cotone idrofilo, lattice di gomma, argilla ecc.

In presenza di forti distacchi e di supporti in buono stato di conservazione, si potranno inserire nel foro piccole guarnizioni in gomma a perfetta tenuta opportunamente sigillate per impedire la fuoriuscita del prodotto.

Risultati soddisfacenti potranno essere raggiunti con miscele formate da 2 parti di calce aerea naturale a basso peso specifico e 1 parte di metacaolino pozzolanico o coccio pesto superventilato e lavato (rapporto 1:1) con l'aggiunta di una minima parte di resina acrilica in emulsione al 10% in acqua (con funzione di fluidificante). In alternativa si potrà ricorrere ad una miscela formata da 1 parte di grassello di calce (sostituibile parzialmente o totalmente con calce idraulica naturale NHL 2) e 1 parte di carbonato di calcio (granulometria 0,02-0,06 mm), la miscela sarà diluita con percentuali del 5-10% di resina acrilica (con funzione di colloide protettore ovverosia tenderà a trattenere l'acqua così da non far “bruciare” prematuramente la miscela iniettata) ed eventualmente additivata con gluconato di sodio (con funzione di fluidificante), nei casi di distacchi consistenti, con 1 parte di coccio pesto vagliato e lavato o in alternativa pozzolana (granulometria massima 0,5 mm).

Per distacchi di lieve entità, fra strato e strato, con soluzioni di continuità dell'ordine di 0,5 mm, non essendo possibile iniettare miscele idrauliche si rileverà utile una micro-iniezione di 1 parte di resina acrilica in emulsione acquosa in concentrazione variabile (comunque compresa tra il 8% e il 10%), caricata con 0,5-1 parte di carbonato di

calcio o polvere di pomice (granulometria tra 0,02 mm e 0,06 mm) per rendere il composto più granuloso e facilitare l'aggrappaggio dello stesso al supporto da consolidare.

Previa umidificazione del foro e della zona circostante con acqua pulita, si eseguiranno le iniezioni con una normale siringa di plastica (da 10cc o 60cc) procedendo attraverso i fori posti nella parte più bassa per poi avanzare, una volta che la miscela fuoriuscirà dai fori limitrofi, verso quelli situati in alto (questo per evitare sia che squilibri di peso possano alterare l'eventuale precario equilibrio della struttura sia per favorire la distribuzione uniforme del consolidante); nel caso in cui la miscela non dovesse penetrare in profondità si passerà al foro successivo. Ad infiltrazione del formulato avvenuta, passati circa 30-35 minuti, si procederà con il consolidamento di un'altra area di distacco.

Le iniezioni verranno eseguite, o tramite la punta dell'ago metallico (fori ed aree di modeste dimensioni od in presenza di intonaci particolarmente degradati), o direttamente dal beccuccio della siringa nel foro di accesso attraverso una cannula precedentemente posizionata (in caso di sacche di maggior dimensione ed estensione), controllando e graduando la compressione dello stantuffo. Le miscele dovranno essere iniettate a bassa pressione poiché le tensioni prodotte dal fluido sotto pressione, alterando l'equilibrio del manufatto, potrebbero causare pericolosi fenomeni di precarietà statica. Nel corso dell'operazione occorrerà stare attenti che il collante non fuoriesca da fori o linee di fratture limitrofe sulla superficie sottostante, nel caso questo succedesse si procederà all'immediata pulizia tramite spugnette ad alto potere assorbente (ad es., ritagli di gommapiuma o spugnette tipo Blitz Fix). In caso di iniezione per mezzo di ago metallico sarà consigliabile tamponare il punto di innesto dell'ago con un batuffolo di cotone imbevuto di acqua distillata al fine sia di favorire la riadesione del supporto sia in modo da asportare l'eventuale prodotto in eccesso fuoriuscito dai fori. Per la riadesione di elevate

superfici d'intonaco, potrà rilevarsi utile una compressione della superficie in questione tramite una pressione regolare ed uniforme, sia durante il periodo di iniezione del consolidante, sia durante la presa; tale pressione potrà essere eseguita, a seconda dei casi, per mezzo di mani, molle, martinetti a vite montati sull'impalcatura, tavolette di legno rivestite di feltro o carta per un durata variabile di qualche decina di minuti a 12-14 ore in ragione del tipo e della quantità di prodotto immesso.

Previo indurimento del consolidante (minimo 7 giorni) si rimuoveranno manualmente le stuccature provvisorie e le eventuali, cannule in gomma e si sigilleranno i fori con stucco costituito da grassello di calce e polveri di marmo (per maggiori dettagli sulla stuccatura si rimanda alla procedura specifica). Il collaudo si effettuerà mediante le stesse tecniche non distruttive utilizzate per individuare le zone di intervento.

*Specifiche sui materiali:* l'iniezione della sola emulsione acrilica dovrà essere evitata (se non dietro specifica indicazione di progetto) in quanto potrebbe dar vita ad un corpo di plastica che riempirebbe la sacca ma non farebbe riaderire le facce distaccate.

Anche l'iniezione di calci idrauliche naturali potrà avere degli inconvenienti in quanto il calcio idrato potrebbe non carbonatare all'interno della muratura, e migrare dentro di essa (a causa della sua parziale solubilità in acqua) provocando efflorescenze di calcio carbonato in superficie o, in presenza di solfati e alluminati potrebbe reagire dando vita a subflorescenze quali thaumasite o ettringite.

*Specifiche sui materiali premiscelati:* nel caso in cui il progetto dovesse prevedere l'uso di malta premiscelata per iniezioni sarà opportuno che questa sia a base di calce naturale, priva di sali solubili, rafforzata con metacaolino purissimo ad alta

reattività pozzolanica (od in alternativa con polvere di coccio pesto) e caricata con carbonato di calcio scelto e micronizzato, (o perlite superventilata se si ricerca una malta a basso peso specifico) a cui non andranno aggiunti additivi quali ritenitori d'acqua di origine naturale e superfluidificanti al fine di poter iniettare la miscela a bassa pressione. Nel caso d'iniezioni per riadesione di parti intonacate o per riempire sacche vuote potrà essere conveniente che la malta premiscelata presenti un basso peso specifico (variabile da 0,4 kg/dm<sup>3</sup> a 1,02 kg/dm<sup>3</sup>). Le caratteristiche medie di una malta per iniezione premiscelata dovranno essere: bleeding assente, fluidità iniziale e dopo 60 min. < 20 sec., granulometria aggregati 0-0,03 mm, inizio presa a +20°C 20-24 h, fine presa a +20°C 44-48 h, resistenza a compressione a 7 gg. 20-30 N/mm<sup>2</sup>, a 28 gg. 45-55 N/mm<sup>2</sup>, resistenza a flessione a 7 gg. 6-8 N/mm<sup>2</sup>, a 28 gg. 10-15 N/mm<sup>2</sup>, modulo elastico > 3000 N/mm<sup>2</sup>, temperatura massima durante l'indurimento < 30°C, ritiro 0,7-1,8 mm, ritenzione acqua > 80%, permeabilità al vapore 3-4 μ.

Il prodotto dovrà essere miscelato con acqua potabile pulita (la quantità di acqua sarà variabile a seconda del prodotto scelto da un minimo di 5-5,5 lt ad un massimo di 8,5-9 lt per sacco da 10 kg); in ogni caso, sarà consigliabile, introdurre, inizialmente, nel miscelatore solo i 3/4 di acqua necessaria e di omogeneizzare a bassa velocità per qualche minuto, aggiungendo di seguito la restante acqua, mescolando ancora qualche minuto fino ad ottenere la consistenza voluta. Il prodotto non dovrà essere addizionato nella preparazione e posa con nessun altro componente oltre all'acqua di impasto e non dovrà essere assolutamente aggiunta acqua una volta che avrà iniziato la presa.

### **Tinteggiatura ai silicati**

Per le tinte ai silicati sarà consigliabile l'utilizzo di tinte costituite da silicato di potassio stabilizzato con una minima parte di resina sintetica (contenuta nei limiti del 5%). L'unico elemento critico risiede nel rischio di un certo appiattimento delle superfici a causa di colori troppo uniformi e coprenti, rischio comunque accettabile visto che questo tipologie di tinte dovranno essere, prevalentemente, utilizzate a sostituzione delle tinte cosiddette "lavabili" presenti nell'edilizia più moderna.

La tinta ai silicati potrà essere stesa, in linea generale, su qualunque tipo di supporto (escluso il gesso in ogni sua forma, intonaco, cartongesso ecc.), purché questo si presenti asciutto e accuratamente spolverato e a patto che si dispongano, a seconda della natura e dello stato di conservazione dello stesso, differenti ed idonei trattamenti preliminari.

Su intonaci nuovi sarà opportuno, prima di procedere alla stesura del fissativo ai silicati e alla doppia mano di tinteggiatura, attendere almeno quattro settimane dal completamento dello stesso; nel caso l'intonaco sia realizzato in malta bastarda (calce e cemento) o solo cemento sarà, inoltre, consigliabile provvedere ad un trattamento al fine di neutralizzare l'alcalinità ed abbassare il ph dell'intonaco. Questa operazione risulta particolarmente indicata in caso di rappizzo di intonaco eseguito con malta bastarda: in questo caso, infatti, è basilare uniformare il ph dell'intonaco così da evitare un diverso grado di igroscopicità tra intonaco antico e nuovo rappizzo ed il conseguente fenomeno della comparsa di macchie a tinteggiatura ultimata.

Su intonaci antichi e in buono stato di conservazione si potrà procedere, previa leggera pulitura ed eventuale spazzolatura con scopa di saggina dura al fine di asportare

ogni residuo di polvere, direttamente alla stesura della mano di fissativo ai silicati e due mani di tinta, opportunamente diluite, stese con estrema accuratezza (il colore dovrà essere steso sempre nello stesso verso orizzontale o verticale, senza ripassare troppe volte sullo stesso punto, bisognerà fermarsi allorché la superficie diventa di nuovo assorbente) e a dodici ore (meglio dopo ventiquattro ore) di distanza l'una dall'altra.

In chiusura si ricorda che prima di iniziare la tinteggiatura ai silicati sarà opportuno schermare con cura le parti che non dovranno essere dipinte (in particolar modo le parti in vetro, in pietra, in ceramica e in metallo), gli eventuali spruzzi dovranno inoltre essere rimossi celermente con abbondante acqua e non lasciati asciugare in quanto la pittura al silicato risulta irreversibile una volta asciutta.

### **Tecnica ad affresco**

Questa tecnica pittorica garantisce, senza dubbio, maggior brillantezza e durabilità ai colori i quali, penetrando all'interno della superficie intonacata ancora fresca e partecipando all'essiccazione, diventando un corpo unico: la tinteggiatura durerà quanto durerà l'intonaco.

Poiché in questa tecnica l'intonacatura deve anticipare di poco le operazioni di tinteggio, è necessario stabilire con attenzione le aree di lavoro giornaliere al fine di posizionare le "giunzioni" tra le successive stesure dell'intonaco in zone poco visibili. La "tinta", in questo caso, deve essere esente da alcun legante poiché composta solamente da pigmenti naturali disciolti in acqua pura. L'adesione del colore avverrà grazie alla calce aerea presente nel velo dell'intonaco, generalmente composto da 1 parte di grassello ben stagionato, ed 1 parte di polvere di marmo con l'eventuale aggiunta di 1 parte di sabbia

silicea vagliata e lavata. Dopo circa 6/8 ore dalla stesura dell'intonaco, quando cioè premuto un dito sulla superficie questa non lascia alcuna traccia, e previa leggera bagnatura eseguita con nebulizzatore, potrà essere eseguita la tinteggiatura che dovrà essere stesa in due mani successive, intervallate da circa un'ora, incrociando le pennellate stese in precedenza. Una volta indurito l'intonaco le decorazioni ad affresco possono essere ritoccate solo a secco.

Al fine di ovviare veloci degradi, dovuti agli agenti atmosferici ed inquinanti, dopo circa quattro settimane sarà consigliabile, come per le tinteggiature alla calce, prevedere una mano di silossano con funzione di protezione.

### **Tinteggiatura alla calce (scialbatura)**

La tinteggiatura alla calce potrà essere utilizzata sia in ambienti interni sia in quelli esterni a patto che questi non siano aggressivi e a condizione che il supporto non sia stato ancora "compromesso" da una precedente pitturazione a legante polimerico che ne renderebbe difficoltosa l'adesione (in questo caso sarà necessario procedere all'asportazione totale della precedente pittura prima dell'applicazione della tinta). I vantaggi di una tintura alla calce risiedono nell'alta compatibilità con i materiali del supporto, nel "rispetto" dei colori e dei toni cromatici degli edifici storici, nella sanificazione dell'ambiente con conseguente prevenzione di muffe grazie alla naturale basicità e all'elevato tasso di traspirabilità, per contro saranno soggetti all'azione degradante dell'anidride carbonica combinata con l'acqua e dei gas inquinanti dell'aria.

La procedura prevede che il grassello di calce, stagionato almeno 24 mesi, (o calce idrata in fiore), venga stemperato in una quantità d'acqua necessaria al fine di ottenere un composto sufficientemente denso (rapporto grassello acqua 1:2), che verrà lasciato riposare da un minimo di 6-8 ore ad un massimo di 48 ore. A stagionatura avvenuta il composto sarà passato al setaccio (con vaglio a 900 maglie cm<sup>2</sup>) allo scopo di eliminare le impurità presenti nell'impasto (parti insolubili o corpi estranei). L'acqua utilizzata per l'impasto dovrà essere esente da impurità di carattere organico (acidi, sali e alcali) causa di incompattezza delle tinte, alterazioni dei colori e macchie. La coloritura dell'impasto si otterrà tramite l'aggiunta di pigmenti minerali (massimo 10% in volume rispetto al latte di calce), e terre naturali o artificiali (massimo 25-30% in volume, superando queste dosi potrebbe essere necessario integrare il potere del legante con additivi di varia natura: generalmente resina acrilica in emulsione acquosa, non oltre il 10-15%, per ovviare a difetti del dilavamento e dello spolverio, ovvero per aumentare la durata e la resistenza della calce in presenza di inquinamento atmosferico). I pigmenti prima di essere amalgamati al latte di calce, al fine di poter ottenere la dispersione omogenea dei colori, dovranno essere stati immersi in una quantità d'acqua (pari al doppio del loro volume), lasciati riposare per alcune ore e passati al setaccio (in modo da trattenere i grumi più grossi).

Prima di procedere all'operazione di tinteggiatura dovranno essere verificate le condizioni del supporto che dovrà presentarsi pulito, ben aderente, privo di depositi superficiali e macchie di umidità e patine di smog; a tal fine sarà opportuno eseguire uno o più cicli di pulizia così da rimuovere eventuali efflorescenze saline o presenze di muffe od altri infestanti biologici (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto negli articoli inerenti le puliture) e nel caso l'intonaco si presentasse disgregato o distaccato ad un eventuale consolidamento (riadesione di distacchi mediante iniezioni), facendo cura di ovviare ad

ogni lacuna, cavillatura o fessurazione tramite rappezzi e/o stuccature (per maggiori dettagli si rimanda agli articoli inerenti le stuccature e i rappezzi d'intonaco), così come, al fine della buona riuscita, sarà sconsigliato stendere la pittura a calce in condizioni climatiche di eccessiva umidità, caldo o freddo.

Per ottenere una superficie compatta, duratura e colorata uniformemente, sull'intonaco ancora fresco si dovrà stendere una mano di fondo composta da latte di calce molto grasso dopodiché, prima della completa asciugatura, si applicherà il colore molto diluito; in questo modo si assicurerà una maggior capacità legante al tinteggio senza dover ricorrere ad additivi. Quando la tinteggiatura a calce verrà impiegata come integrazione pittorica sarà opportuno aggiungere al composto utilizzato per la stesura della seconda mano, un additivo (legante) allo scopo di migliorare le caratteristiche fisiche della tinta; si potrà ricorrere a delle emulsioni acriliche al 2-3% o al caseinato di calcio con aggiunta di ammoniaca (antifermentativa). Prima di applicare la tinta su tutta la parete, al fine di ottenere la tonalità di colore desiderata, si dovranno eseguire delle prove campione poiché la tinta a base di calce schiarisce notevolmente una volta essiccata; inoltre la tinta, seccando aumenterà il proprio potere coprente fattore che dovrà essere tenuto conto in funzione dell'effetto che si intenderà ottenere, (le prove potranno essere eseguite o direttamente su piccole porzioni di intonaco oppure su blocchetti realizzati con terra d'ombra). Per la stesura della tinta sul supporto si dovranno utilizzare pennelli a setola animale o le pompe impiegate per le irrorazioni delle viti. Nel caso dei pennelli la stesura dovrà procedere sempre nella stesa direzione (da sinistra a destra, o dall'alto verso il basso). La tinta dovrà essere mescolata spesso e protetta da luce, aria e polvere durante gli intervalli di lavoro così da evitare alterazioni molte volte causa di variazioni cromatiche.

In alternativa al grassello di calce si potrà utilizzare della calce idraulica naturale NHL 2 in rapporto di 1:2 con l'acqua (in caso di superfici molto porose occorrerà una maggiore diluizione).

*Specifiche:* prima di iniziare l'operazione di tinteggiatura accertarsi che il supporto sia esente da fenomeni d'umidità poiché potrebbero generare, ad operazione ultimata, l'insorgenza di macchie. Nel caso in cui l'intervento dovrà adattarsi alla tonalità di colore di una preesistente tinteggiatura "storica" alla calce si ricorda che con l'uso dei pigmenti artificiali difficilmente si potrà riprodurre lo stesso tono di colore; gli ossidi naturali risulteranno, pertanto, più consoni allo scopo. Per l'applicazione della tinta di calce sarà sconsigliato l'utilizzo del rullo.

La tinta a calce se applicata su di un intonaco di malta di calce aerea potrà essere stesa direttamente anche se lo strato non risulterà completamente asciutto mentre, se data su intonaco di malta di calce idraulica o su tinteggiatura a calce preesistente dovrà essere preceduta dall'imbibizione, a più riprese, di tutta la superficie da trattare, con uno strato d'ancoraggio realizzato con una mano di latte di calce grassa su cui applicare a bagnato la tinta a calce.

Nel caso di messa in opera di formulato con percentuali di resina acrilica sarà necessario invertire la procedura tradizionale ovvero si dovrà stendere la tinta su supporto perfettamente asciutto. La durabilità di una tinta a calce additivata con resina acrilica crescerà in base alla percentuale di resina contenuta al fine di ottenere una durabilità elevata occorrerà una percentuale di resina intorno al 30-35% in volume sul secco a discapito però della trasparenza e della ritenzione di sporco.

*Specifiche sui pigmenti:* le terre naturali sono pigmenti che si rintracciano in natura con qualità specifiche di terrosità e finezza tali da essere impiegate come sostanze coloranti. Le terre coloranti contengono ossidi minerali di origine naturale, in mescolanze e percentuali variabili a seconda dei tipi (mediamente 20-40%); la maggior parte delle terre contiene un composto del ferro, un ossido, un idrossido, un silicato idrato. Le uniche terre che non sono a base di ferro sono le terre nere. La lavorazione delle terre coloranti, dopo che sono state estratte e asciugate si diversifica da tipo a tipo alcune vengono sbriciolate grossolanamente, separate dall'impurità e poi nuovamente macinate più o meno finemente; altre vengono cotte a temperature intorno ai 200-400°C (terre bruciate): in questo modo si produrranno profonde alterazioni mineralogiche che daranno vita a differenti tonalità di colore.

Le terre più comuni sono: terre gialle: idrossidi di ferro associati ad argille, il contenuto di minerali di ferro potrà variare tra il 15-20% e il 60-70%. Terre rosse il cui colore è imputabile alla presenza d'ossido rosso associato ad argille e silicati amorfi; la terra rossa si può, anche, ottenere dalla calcinazione a basse temperature (200-400°C) di terre gialle. Il colore delle terre d'ombra è dovuto, invece, alla presenza di ossidi di manganese e di ferro dispersi su base argillosa; per calcinazione si possono ottenere tonalità più scure.

Caratteristiche chimico-fisiche medie delle terre coloranti: peso specifico assoluto 4-5 gr/ml; massa volumica apparente 400-800 gr/lt; pH 3,5-6; ottima stabilità chimica alla luce, alla calce, all'umidità; insolubili sia in acqua sia in solventi inorganici.

A solo titolo d'esempio, si ricorda che:

– la tinteggiatura a calce dovrà essere, preferibilmente, eseguita in primavera o in autunno in quanto la calce subisce alterazioni irreversibili se utilizzata a temperature troppo rigide o elevate; in queste condizioni si verificano, in genere, due patologie di degrado: la calce “brucia” dando vita ad imbianchimenti diffusi e perdendo di coesione rispetto al supporto; la tinteggiatura “sfiamma” producendo superfici non omogenee in cui le pennellate risultano particolarmente evidenti;

– la tinta si consolida per una reazione chimica di carbonatazione identica a quella dell’affresco ed è importante, durante gli intervalli di lavoro, proteggerla accuratamente dalla luce, dall’aria e dalla polvere così da evitare alterazioni che possono produrre variazioni di tonalità;

– le tinteggiature alla calce, perdono tono nei primi mesi dopo l’applicazione, pertanto sarà consigliabile amplificare leggermente il dosaggio di pigmento al fine di ottenere, a distanza di tempo, la coloritura desiderata;

– la tinta dovrà essere frequentemente mescolata al fine di evitare il deposito dei materiali, tenendo comunque presente che è da evitarsi il consumare per intero la quantità di prodotto contenuta nel recipiente, in modo che il pennello non tocchi il fondo dove comunemente si ha un deposito di pigmenti che intensificano la tonalità del colore.

### **Trattamento all’acqua sporca (velatura)**

Questo tipo di trattamento sarà da applicare essenzialmente alle pitture murali interessate da fenomeni di crettatura più o meno estesi, può inoltre essere applicato su

lacune pittoriche puntiformi allorché il progetto non preveda integrazioni mimetiche. L'applicazione acquosa del latte di calce dovrà essere realizzata su superfici perfettamente pulite e, se necessario consolidate il supporto, infatti, dovrà presentarsi privo di lacune con le fessure di piccole dimensioni opportunamente stuccate. La preparazione della cosiddetta acqua sporca consisterà nel colorare leggermente l'acqua di calce mediante l'aggiunta di pigmenti colorati (terra d'ombra) sino ad ottenere una soluzione debolmente coprente; può essere sufficiente un cucchiaino di pigmento naturale in un secchio d'acqua (10-12 litri) eventualmente corretto con circa il 10% di emulsione acrilica. L'intervento verrà realizzato inumidendo, preventivamente, la parete da trattare per mezzo di un pennello morbido imbevuto d'acqua dopodiché, si procederà alla stesura della velatura mediante l'uso di pennelli (preferibilmente a setola animale morbida). L'applicazione dovrà procedere a strati successivi (da sinistra a destra, o dall'alto verso il basso) in modo da garantire la copertura totale della superficie. Passate almeno tre settimane sarà opportuno prevedere una mano di silossano con funzione di fissativo.

In alternativa al latte di calce ricavato da grassello si potrà utilizzare 1 parte di calce idraulica naturale NHL2 stemperata in 4-6 parti di acqua.

### **Sagramatura**

La procedura si pone l'obiettivo di proteggere e regolarizzare le cortine in mattoni "faccia a vista": avrà come caratteristica, principale, quella di lasciar trasparire la trama muraria dell'apparecchio retrostante. Questa leggerissima velatura verrà realizzata applicando, su muratura abbondantemente bagnata, con l'ausilio di cazzuola o lama metallica uno strato di malta molto sottile (circa 1-2 mm), rifinito e lisciato con cazzuola

americana, rasiera in legno o, seguendo la tecnica tradizionale un mattone più duro in modo da seguire le irregolarità della cortina in mattoni.

L'impasto sarà a base di calce aerea in pasta e polvere di coccio pesto; per sagramatura a velo (spessore 1-1,5 mm) si potrà ricorrere ad un impasto composto da: 1 parte di grassello di calce, 1,5 parti di coccio pesto vagliato e lavato (granulometria impalpabile 000-00 mm) eventualmente pigmentato (massimo 5%) con terre naturali (terre rosse ventilate, terre di Siena bruciata, terre d'ombra ecc.) al fine di ritrovare l'intensità cromatica preesistente. In presenza di cortine non perfettamente arrotate o nel caso si debba mettere in opera una sagramatura semi trasparente (in ogni caso spessore massimo 2-3 mm), si potrà impastare 2 parti di grassello di calce, 0,5 parti di calce idraulica naturale bianca NHL 2, 4 parti di coccio pesto vagliato e lavato (granulometria polvere 0-1,2 mm), anche questo impasto potrà essere eventualmente additivato con pigmenti naturali. In ogni caso per la buona riuscita della procedura sarà opportuno dedicare attenzione alle operazioni preliminari di preparazione del supporto ovvero: accurata pulitura (se non diversamente specificato negli elaborati di progetto) con spazzole di saggina e spray di acqua distillata; eventuale, successiva, rimozione (eseguita con l'ausilio di martelline, mazzette e scalpelli od altri strumenti esclusivamente manuali) delle malte degradate dei giunti e successiva stuccatura puntuale (con malta pigmentata o caricata con coccio pesto) di ogni soluzione di continuità presente sull'apparecchio murario; la stuccatura dovrà essere particolarmente curata ed eseguita da mano esperta; l'impasto che potrà essere steso con l'ausilio di cazzuolino, cucchiariotto o piccole spatole a foglia d'olivo sarà costituito da calce aerea sabbia silicea vagliata e lavata e polvere di coccio pesto (granulometria 0-1,2 mm) in rapporto legante-inerte 1:3.

*Avvertenze:* sovente, a lavoro ultimato si potrà riscontrare una mancanza di compattezza e uniformità nel colore causato dalla sagramatura; nel caso si volesse compattezza ed uniformità cromatica si potrà trattare la superficie con un passaggio di acqua sporca di terra colorante cosicché lo strato di malta possa assumere l'unità cromatica richiesta dagli elaborati di progetto (per maggiori dettagli sulla tecnica dell'acqua sporca si rimanda alla procedura specifica).

### **Rigenerazione di testate di travi e nodi di incavallature**

L'intervento verrà eseguito allorché la testa di una trave risulti deteriorata in modo avanzato, (tanto da compromettere la stabilità dell'intera unità strutturale con il rischio di coinvolgere, per l'azione che le strutture ausiliari esercitano, quelle adiacenti) e, pur non garantendo un adeguato appoggio, non si ritiene opportuno operare la sostituzione totale della struttura, sia per ragioni estetiche, sia economiche che logistiche (difficoltà della procedura di sostituzione). Prima di effettuare qualsiasi operazione sostitutiva e/o consolidante parziale o integrale, dovrà essere effettuata una scrupolosa campagna diagnostica del manufatto al fine di verificare lo stato conservativo della trave, e la sua reale efficienza statica.

### **Ricostruzione mediante protesi in legno**

La procedura si effettuerà dall'estradosso della trave; previa puntellatura della struttura, con ritti regolabili da cantiere, si rimuoveranno nelle zone limitrofe alla testa della trave le porzioni del pavimento o del manto di copertura con i relativi tavolati di supporto

ed eventuali travetti o morali dell'orditura secondaria; infine si scoprirà la testa della trave liberandola dall'ammorsatura del muro. Si eseguirà, seguendo le indicazioni di progetto, un'accurata pulizia al fine di evidenziare la parte danneggiata e si procederà ad asportare le parti deteriorate (marcescenti) del legno che, a giudizio della D.L., non potranno essere risanate; si ricorda che sarà esplicitamente vietato l'uso dell'accetta.

La creazione d'appropriate protesi in legno potrà essere eseguita seguendo diverse tecniche, in ogni caso l'obiettivo dell'intervento, oltre al ripristino dell'efficacia del collegamento esistente, sarà quello di mantenere, per quanto sarà possibile, l'articolazione e la duttilità originale del nodo. Il materiale ligneo, da mettere in opera per l'integrazione, dovrà essere d'eccellente qualità (anche superiore a quella del materiale originale), privo di difetti, a bassa umidità (non dovrà superare il 6-10 %); inoltre dovrà essere, se sarà possibile, della stessa specie legnosa o, altrimenti, di una specie altrettanto dura e durevole. Tutto il legname utilizzato dovrà essere preventivamente trattato con prodotti biocidi.

### **Protesi con quance**

La procedura sarà messa in opera sia per fornire resistenze aggiuntive, a complemento di quelle perse, alle strutture degradate da agenti biologici, sia per infondere la rigidità all'intera unità strutturale che ha perduto, in esercizio, le proprietà geometriche originali a causa dell'insufficiente dimensionamento, per carico eccessivo o per *fluage*.

L'intervento potrà essere interpretato come una sorta di placcaggio laterale (il calcolo della trave verrà condotto per unica sezione somma delle singole sezioni) costituito

dall'aggiunta di "guance" lignee, composte da tavole di legno duro o strisce di pannelli di compensato multistrato per usi strutturali sui bordi della struttura (nel caso di riconferire la rigidità perduta sarà necessario applicare lamine parallele estese per tutta la luce della membratura) o del nodo, eseguendo le connessioni nelle parti sane delle membrane. Il ricorso a questi pannelli sarà consigliabile in quanto, in essi, il ritiro dei fogli componenti sarà compensato dalle direzioni alternativamente perpendicolari delle fibre, inoltre presenterà il vantaggio di utilizzare sezioni esigue ed evitare l'attacco di parassiti. La specie legnosa dovrà, preferibilmente, essere la stessa della membratura ma, se ciò non risultasse fattibile, si potrà optare per altra specie con accentuate caratteristiche meccaniche. Questa procedura verrà utilizzata, prevalentemente, per il rinforzo di strutture secondarie dove, gli sforzi non avranno ordini di grandezza elevati e, presentando, sovente, sezioni non rigorosamente uguali per tutti gli elementi, l'eventuale lieve aumento di spessore potrà essere accettato; nel caso in cui la struttura sarà sottoposta anche a sforzi di torsione l'operazione sarà sconsigliata.

Queste lamine di compensato ligneo, messe in opera già forate (lunghezza minima 1,5-2 h membratura), dovranno essere incollate alla struttura originale mediante adesivo epossidico ed ancorate mediante barre filettate in acciaio inossidabile AISI 316L fermate con dadi ciechi (minimo 2 Ø 10 mm inghisato in Ø 14 mm) o viti autofilettanti in acciaio inossidabile seguendo le indicazioni di progetto; talvolta potrà essere necessario mettere in opera anche cerchiature, in special modo in presenza di sezioni sottoposte a momento flettente (per maggiori specifiche sull'inserimento di cerchiature si rimanda all'articolo specifico).

*Specifiche:* nel caso in cui le guance saranno costituite da tavole di legno duro sarà necessario disporle in modo da contrastare il naturale ritiro del legno, pertanto se i

dispositivi di collegamento saranno posti in vicinanza o direttamente agenti sui bordi, la tavola dovrà essere posta in modo che la concavità degli anelli di accrescimento sia rivolta verso l'interno così da contrastare l'imbarcamento; mentre se i collegamenti saranno posizionati in corrispondenza dell'asse longitudinale la disposizione sarà opposta ovvero sia con gli anelli di accrescimento rivolti verso l'esterno.

### **Protesi con incalmi**

L'intervento si baserà sulla tecnica dell'incalmo, ovvero sia la sostituzione della parte degradata con una protesi di legno massiccio stagionato della stessa specie di quello originale, unita al moncone sano mediante una giuntura verticale da realizzarsi con profili ad incastro (ad es., a metà legno retto od obliquo, a dardo di Giove, a forchetta ecc.) sagomato seguendo le prescrizioni di progetto o specifiche delle D.L. (di norma la lunghezza dell'incastro varia dalle 2 alle 3 altezze della trave). Al fine di migliorare questa unione si potranno utilizzare delle appropriate cravatte metalliche o dei bulloni in acciaio inossidabile (minimo 2 Ø 10 mm inghisate in Ø 11 mm, i fori per i bulloni potranno avere un Ø massimo aumentato di solo 1 mm rispetto al Ø del bullone stesso) a sezione circolare e testa esagonale vincolati al legno con dado cieco e rondella in acciaio con diametro minimo 3,5 Ø (con Ø = al diametro del bullone) e spessore di almeno 0,3 Ø (in ogni caso non inferiore ai 4 mm). I bulloni dovranno essere stretti in modo tale che gli elementi siano ben serrati e, se sarà necessario, dovranno essere ulteriormente stretti quando il legno avrà raggiunto il suo contenuto di umidità di equilibrio. Una regola pratica per calcolare la distanza tra le barre fissa una misura minima di 7 Ø e comunque non inferiore a 10 cm.

Una variante a questa procedura, per testate di travi, prevederà il taglio a 45° (in ogni caso compreso tra 30° e 60°) della struttura lignea degradata, con la conseguente messa in opera della protesi in legno massiccio. Le due parti saranno vincolate da barre nervate Fe B 44 K in acciaio inossidabile, il numero minimo consigliato, dall'Eurocodice5, sarà di 2+2 Ø 12 mm inghisati in Ø 16 mm (il Ø del foro consigliato sarà pari al Ø nominale della barra scelta + 4 mm) per una lunghezza minima di ancoraggio, (consentita dall'EC5, UNI ENV 1995) di 200 mm (la lunghezza minima consentita dall'EC5 è la massima fra  $0,4 \times \text{Ø} \times 2$  della barra e  $8 \times \text{Ø}$ ). Queste barre verranno posizionate in altrettanti fori o scassi laterali (distanza minima tra centro della barra ed i bordi laterale, inferiore/superiore della sezione  $2,5 \times \text{Ø} = 35 \text{ mm}$ ) realizzati nella trave e nella protesi, tramite trapani o frese, vincolate alla struttura lignea tramite adesivo strutturale epossidico (caratteristiche meccaniche medie: resistenza a trazione 18-20 N/mm<sup>2</sup>, resistenza a compressione 45-55 N/mm<sup>2</sup>, resistenza a flessione 30-60 N/mm<sup>2</sup>, modulo elastico 4000 N/mm<sup>2</sup>) ed, in caso di scassi laterali, saranno richiuse con un tassello in legno che, consentendo una finitura con pialletto, permetterà di raggiungere una buona risoluzione estetica.

In caso di ripristino degli elementi di una capriata lignea la procedura sarà identica a quella sopra descritta ad eccezione dell'inclinazione del taglio della parte degradata che sarà in funzione della sollecitazione principale che la struttura dovrà assolvere: per la catena l'inclinazione sarà di circa 60° per meglio trasmettere lo sforzo di taglio, per i puntoni (o altra struttura prevalentemente compressa) sarà indicato operare un taglio a 90° (giunto testa a testa).

### **Trattamenti complementari**

Alle tecniche di finitura dei paramenti murari si affianca una serie di trattamenti complementari:

*Restauro d'intonaci storici*

- Fermature preliminari di zone decoese mediante applicazione di veline in carta giapponese e colletta reversibile e punti di stuccature con microriporti in malta di calce messi in opera in prossimità di vistosi sollevamenti dei supporti (rimossi durante la fase di consolidamento);
- Consolidamento del supporto distaccato e decoeso mediante infiltrazioni di malte speciali e resine acriliche in emulsione;
- Dove possibile si cercherà, attraverso pressione controllata, di riadagiare nella sede originale le porzioni d'intonaco distaccato;
- Stuccatura delle cavillature e risarcitura delle piccole lacune con malta di supporto analoga alla malta dell'arriccio originale (questa malta verrà applicata arretrata rispetto al livello della superficie affrescata).

*Integrazione degli intonaci storici*

- Ripristino delle stuccature e delle lacune con malte a base di calci naturali ed inerti selezionati, analoghe all'originale per composizione e granulometria;
- Consolidamento mediante impregnazione in più mani successive di prodotto tipo estere etilico dell'acido silicico (etilsilicato) o altri materiali certificati;
- Protezione finale con prodotto idrorepellente tipo alchil-alcossi-silossano o altri materiali certificati.

*Restauro degli intonaci storici affrescati*

- Fissaggio della pellicola pittorica decoesa e pulverulenta, ove necessario, mediante applicazione di resina in emulsione tramite veline in carta giapponese o materiale affine e successiva pressione mediante pennelli, spatole o appositi rulli;
- Asportazione di depositi superficiali (ragnatele, accumuli di pulverulenze) mediante aspirazione controllata, con l'ausilio di pennelli morbidi a setola animale;
- Pulitura dell'affresco mediante lavaggi o impacchi calibrati, dopo un'attenta verifica in corso d'opera. La metodologia di pulitura potrà essere differenziata secondo la qualità e la *"tenuta"* dei pigmenti e lo stato di conservazione del supporto;
- Fissaggio della superficie pulita con emulsione resinosa al 3% per nebulizzazione;
- Reintegrazione pittorica con utilizzo di terre naturali, leganti naturali, acquerelli tipo Wilson-Newton, pennelli da ritocco con setole animali. Ogni fase d'integrazione pittorica verrà visualizzata attraverso campionature preliminari;
- Fissaggio dell'intera superficie con resina in emulsione al 5% per nebulizzazione.

#### *Integrazione cromatica e revisione estetica degli intonaci storici.*

- Stesura, con tecnica a velatura, di ripetute mani di latte di calce, terre coloranti naturali e legante, realizzate con pennelli a setola naturale, fino al raggiungimento dei valori cromatici affini ai brani d'intonaco originali restaurati;
- Fissaggio protettivo finale con resine acriliche in emulsione, silicati o materiali idonei certificati, eseguito per nebulizzazione o applicato a pennello.

#### *Restauro degli stucchi*

- Consolidamento degli elementi fratturati o pericolanti mediante infiltrazioni di resine e malte fluide;

- Smontaggio, ove necessario, di elementi e riassetto mediante utilizzo di barre in vetroresina o acciaio ad aderenza migliorata, affogate in malta o resina;
- Pulitura della superficie mediante rimozione meccanico manuale di ridipinture e corpi estranei;
- Pulitura della superficie mediante lavaggi leggermente basici o a base di solventi non aggressivi;
- Integrazione pittorica per velature tonali o campiture neutre;
- Fissaggio protettivo e ceratura finale;
- Consolidamento, fissaggio e pulitura di eventuali dorature o di finiture particolari.

#### Formazione d'intonaco tradizionale

- Sulla muratura pulita da parti incoerenti, grassi, olii, particellato atmosferico ecc., applicazione di ponte di aderenza a base di calce idraulica naturale o aerea curando di non coprire uniformemente la superficie;
- Successiva applicazione d'intonaco a base di calce aerea o idraulica naturale e finitura realizzata con mescola artigianale a base di calce aerea o idraulica naturale e inerti, stesa ad effetto arrotato con frattazzo di legno o lisciata con lama o altro attrezzo.

#### Formazione d'intonaco risanante

- Esecuzione di lavaggi per nebulizzazione e di trattamenti specifici finalizzati all'eliminazione dei sali superficiali;
- Applicazione di prodotto antisale eseguito con irroratrice a bassa pressione, curando di non saturare le murature, e successivo lavaggio con acqua;

- Dopo l'evaporazione dell'acqua apportata, stesura d'intonaco deumidificante, tipo macroporoso, a base di calce naturale e successiva finitura con malta di calce aerea o idraulica.

#### Trattamento paramento in laterizio

Si opera mediante:

- lavaggio dell'intera superficie con acqua demineralizzata a pressione controllata e successive puliture mediante l'utilizzo di spazzole di saggina per la rimozione dello sporco di deposito;

- scarnitura delle connessioni del paramento in cotto a vista e rimozione delle malte d'allettamento incongrue e non idonee per colore e composizione, eseguite manualmente con utilizzo di piccoli utensili elettrici;

- ripristino delle stuccature con malta a base di calce idraulica ed inerti selezionati, analoga all'originale per composizione e granulometria;

- Protezione finale con prodotto idrorepellente tipo alchil-alcossi-silossano o altri materiali idonei e certificati. Questi trattamenti sono destinati a superfici in laterizio a vista.

#### Restauro materiali lapidei

Si opera mediante:

- consolidamento degli elementi fratturati o pericolanti mediante infiltrazioni di resine e malte fluide;

- smontaggio, ove necessario, di elementi e riassetto mediante l'utilizzo di barre in vetroresina o acciaio ad aderenza migliorata, affogate in malta o resina o con l'impiego di tecniche opportunamente progettate e di materiali compatibili;

- pulitura a secco con spazzole morbide per la rimozione della polvere incoerente di deposito;

- fissaggio delle piccole scaglie in fase di distacco con impiego di malta di calce idraulica e polvere di pietra additivata con emulsione acrilica;
- rimozione di eventuali stuccature risultanti, per materiali ed applicazioni, non adatte alla tipologie della pietra stessa;
- saturazione della pietra con acqua deionizzata ed applicazione di impacchi costituiti da sepiolite o polpa di carta stemperata in acqua deionizzata, per eliminare sporco superficiale ed inquinanti ionici presenti sulla pietra. Dopo la rimozione degli stessi ed il lavaggio con acqua deionizzata, successivi e ripetuti impacchi (eseguiti se necessari) con soluzioni saline a pH neutro ed argille fossili, con formulazione e tempo di posa messi a punto dopo le opportune provature;
- rimozione degli impacchi e pulizia mediante lavaggi con acqua deionizzata e spazzolini morbidi;
- revisione estetica per l'equilibratura di stuccature ed integrazioni per squilibri eccessivi creatisi nel tono generale della pietra e/o tra le pietre, le stuccature e le reintegrazioni;
- impregnazione con distribuzione in più mani successive di consolidanti a base di estere etilico dell'acido silicico (etilsilicato);
- protezione finale con prodotto idrorepellente a base di alchil-alcossi-silossano.

#### Intonaci incongrui

- Rimozione mediante azione meccanico-manuale di malte incongrue, non originali o fatiscenti.

#### Restauro di terrecotte

- Pulitura con spazzole morbide della superficie atta a rimuovere lo sporco di deposito superficiale;

- Preconsolidamento cautelativo con silicato di etile previa stesura di carta giapponese dove sono presenti parti distaccate e sfoglianti;
- Consolidamento delle parti in distacco di elevato spessore mediante resina, malte speciali e barre di vetroresina; consolidamento delle scaglie con malte di calce e polvere di cotto;
- Iniezioni di malte fluide a basso peso specifico da eseguirsi nelle fessurazioni;
- Rimozione di stuccature di cemento e di scialbature a base di calce a matrice cementizia o incongrua dovute a fasi precedenti di restauro e tinteggiatura;
- Integrazione estetica delle lacune e delle fessurazioni con malta eseguita a calce aerea e debolmente idraulica, inerti selezionati, pigmentata con terre coloranti naturali opportunamente provinate;
- Revisione cromatica ed estetica delle integrazioni e delle interferenze visive con l'utilizzo di materiali affini agli originali;
- Consolidamento con applicazione di materiale tipo silicato di etile o idonei e conformi allo specifico campo di applicazione;
- Protezione finale con prodotto tipo alchil-alcossi-silossano o cere microcristalline o naturali.

#### Trattamento opere in ferro

- Trattamento a piombaggine mediante rimozione manuale della ruggine superficiale senza alterare le caratteristiche del ferro invecchiato, mantenendo la scabrosità che si sono formate nel tempo;
- Dissodazione e trattamento anticorrosivo, con ripetute mani di composto a base di olii, eseguito a pennello;
- Trattamenti con convertitori di ruggine e integrazione e ripristino di eventuali smaltature o biacche originali.

### Trattamento opere lignee

- Esecuzione di indagini preliminari stratigrafiche atte ad identificare le cromie originali;
- Pulitura manuale per la rimozione di vecchi strati di vernice, patine e olii con utilizzo di decapante neutro e successivo restauro o ripristino dell'impianto cromatico originale;
- Opere da falegname per l'inserimento e la sostituzione di elementi rotti o mancanti con altri analoghi per essenza, forma e colore;
- Trattamento antiparassitario con impregnante ai sali di boro (soluzione acquosa incolore per la protezione del legno da parassiti che non influisce sulla capacità d'assorbimento del legno lasciandolo traspirare) o prodotti affini certificati;
- Verniciatura a base di biacche pigmentate con terre coloranti naturali, eseguita per velature con pennelli a setola naturale.

### Pulitura delle superfici

- Ogni singolo e specifico materiale, quali i lapidei, i laterizi, i legni, i metalli ecc., richiedono tecniche di pulitura specifiche, il più affini possibile a quelle in uso e testate dalle Soprintendenze e dagli organismi preposti alla tutela ed al restauro del patrimonio storico, artistico e architettonico.

### Lattonerie e copertine

- Bonifica e revisione delle lattonerie o delle zone esposte ai percolamenti;
- Posa di coperture di rame o di piombo a protezione degli sporti in lapideo o in laterizio, per evitare trasmigrazioni di sali e traumi irreversibili causati dalle intemperie e dal gelo.

### **Materiali ferrosi e metalli vari**

I materiali ferrosi essere esenti da scorie, soffiature, brecciate, paglie o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili. Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dal D.M. 26 marzo 1980, allegati n. 1, 3 e 4, alle norme UNI vigenti e presentare inoltre, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

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

Acciaio trafilato o laminato, nella varietà dolce (cosiddetto ferro omogeneo), semiduro e duro, dovrà essere privo di difetti, di screpolature, di bruciature e di altre soluzioni di continuità. In particolare, per la prima varietà sono richieste perfette malleabilità e lavorabilità a freddo e a caldo, senza che ne derivino screpolature o alterazioni; esso dovrà essere altresì saldabile e non suscettibile di prendere la tempera; alla rottura dovrà presentare struttura lucente e finemente graduale.

La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello, di frattura grigia finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle,

sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomarne la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata. È assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose.

Il piombo, lo zinco, lo stagno, il rame e tutti gli altri metalli o leghe metalliche da impiegare nelle costruzioni devono essere delle migliori qualità, ben fusi o laminati a seconda della specie di lavori a cui sono destinati, e scevri da ogni impurità o difetto che ne vizi la forma, o ne alteri la resistenza o la durata.

### **Assatura, massicciate e fondazioni stradali**

I materiali dovranno essere scelti fra quelli più duri, compatti, tenaci e resistenti di fiume o di cava, con resistenza a compressione non inferiore a 1.500 kg/cmq e resistenza all'usura non inferiore ai 2/3 del granito di S. Fedelino; dovranno essere assolutamente privi di polvere, materie terrose o fangose e di qualsiasi altra impurità.

Per le fondazioni stradali il materiale da impiegarsi sarà costituito da pietrisco o ghiaia, pietrischetto o ghiaietto, graniglia, sabbia, limo ed argilla derivati da depositi alluvionali, dal letto dei fiumi, da cave di materiali litici (detriti) e da frantumazione di materiale lapideo.

Le caratteristiche del misto granulometrico dovranno essere le seguenti:

- Ip: 6%
- Limite di liquidità: 26%
- C.B.R. post-saturazione: 50% a mm 2,54 di penetrazione

— Rigonfiabilità: 1% del volume.

Il costipamento dovrà raggiungere una densità di almeno il 95% di quella ottenuta con la prova AASHO «Standard» e la percentuale dei vuoti d'aria, un valore inferiore o uguale a quello relativo alla suddetta densità.

Gli strati in suolo stabilizzato non dovranno essere messi in opera durante periodi di gelo o su sottofondi a umidità superiore a quella di costipamento o gelati, né durante periodi di pioggia e neve.

La fondazione avrà lo spessore di cm 30 dopo la compattazione e sarà costruita a strati di spessore variabile da cm 10 a cm 20 a costipamento avvenuto a seconda delle caratteristiche delle macchine costipanti usate.

La pietra per sottofondi dovrà provenire da cave e dovrà essere fornita nella pezzatura non inferiore a cm 15, cm 18, cm 20, se fornita in pezzatura superiore dovrà essere dimezzata durante la posa; dovrà essere della migliore qualità, di forte coesione e di costante omogeneità. Sarà scartata inderogabilmente tutta quella proveniente da cappellaccio o quella prossima a venature di infiltramento.

La ghiaia in natura per intasamento dell'ossatura o ricarichi dovrà essere costituita da elementi ovoidali esclusi in modo assoluto quelli lamellari, in pezzatura da cm 1 a cm 5 ben assortita, potrà contenere sabbia nella misura non superiore al 20%. Dovrà essere prelevata in banchi sommersi ed essere esente da materie terrose e fangose.

Il pietrisco dovrà provenire da frantumazione di ciottoli di fiume o da pietra calcarea di cave di pari resistenza. I ciottoli o la pietra dovranno essere di grossezza sufficiente affinché ogni elemento del pietrischetto presenti almeno tre facce di frattura e risulti di dimensioni da cm 4 a cm 7.

La frantumazione dei ciottoli o della pietra potrà venire effettuata sia a mano che meccanicamente e seguita da vagliatura, onde selezionare le granulazioni più idonee a formare una pezzatura varia da cm 4 a cm 7 e nella quale il volume dei vuoti risulti ridotto al minimo.

Il pietrisco dovrà essere assolutamente privo di materiali polverulenti provenienti dalla frantumazione.

Il pietrischetto e la graniglia dovranno provenire da frantumazione di materiale idoneo e saranno esclusivamente formati da elementi assortiti di forma poliedrica e con spigoli vivi e taglienti le cui dimensioni saranno fra i mm 5 e mm 20. Detto materiale dovrà essere opportunamente vagliato, in guisa di assicurare che le dimensioni dei singoli siano quelle prescritte e dovrà risultare completamente scevro da materiali polverulenti provenienti dalla frantumazione.

Quando per gli strati di fondazione della sovrastruttura stradale sia da impiegare detriti di cava, il materiale deve essere in ogni caso non suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile; non plasticizzabile) ed avere un C.B.R. di almeno 40 allo stato saturo. Dal punto di vista granulometrico non sono necessarie prescrizioni specifiche per i materiali teneri (tufi, arenarie) in quanto la loro granulometria si modifica e si adegua durante la cilindatura; per materiali duri la granulometria dovrà essere assortita in modo da

realizzare una minima percentuale di vuoti. Di norma la dimensione massima degli aggregati non dovrà superare i 10 cm. Per gli strati superiori si farà ricorso a materiali lapidei dei più duri, tali da assicurare un C.B.R. saturo di almeno 80. La granulometria dovrà essere tale da assicurare la minima percentuale di vuoti; il potere legante del materiale non dovrà essere inferiore a 30; la dimensione massima degli aggregati non dovrà superare i 6 cm.

### **Cubetti, ciottolati, lastricati e basolati**

La pavimentazione in cubetti dovrà essere eseguita con cubetti di lato da 8 a 10 cm provenienti da pietra di buona fattura, che non presentino né rientranze né sporgenze in nessuna delle facce. I cubetti saranno posti in opera ad archi contrastanti ed in modo che l'incontro dei cubetti di un arco con quello di un altro avvenga sempre ad angolo retto. Verranno impiantati su letto di sabbia dello spessore da 8 a 10 cm, questo alloggiato su di un sottofondo in conglomerato cementizio dosato a q.li 2.50 dello spessore da 15 a 30 cm, con interposta rete elettrosaldata.

Dopo tre battiture eseguite sulla linea con un numero di operai pari alla larghezza della pavimentazione espressa in metri e divisa per 0.80 e che lavorino tutti contemporaneamente ed a tempo con mazzapicchio del peso di kg. 25–30 e con la faccia di battitura uguale alla superficie del cubetto, le connessioni fra cubetto e cubetto non dovranno avere in nessun punto la larghezza superiore a 10 mm. La bitumatura della pavimentazione a cubetti sarà eseguita almeno dopo venti giorni dall'apertura al transito della strada pavimentata, saranno prima riparati eventuali guasti verificatesi, poi la strada verrà abbondantemente lavata con acqua a pressione col mezzo di lancia manovrata da operaio specialista, in modo che l'acqua arrivi sulla strada con getto molto inclinato in

modo da avere la pulizia dei giunti per circa 3 cm di profondità. Appena il tratto così pulito sia sufficientemente asciugato si suggelleranno i giunti a caldo ed a pressione con bitume in ragione di circa 3 kg per metro quadrato di pavimentazione. Verrà poi disteso e mantenuto sul pavimento il quantitativo di sabbione necessario a saturare il bitume, e quindi sarà aperto al transito.

Nella ricostruzione dei ciottolati si dovrà dapprima spianare il suolo e costiparlo con mazzaranga, riducendolo alla configurazione voluta, poi si estenderà uno strato di altezza di 5 cm di malta cementizia formata nelle proporzioni di Kg. 400 di cemento Portland per mc di sabbia e su questo si conficcheranno di punta i ciottoli in guisa da far risalire la malta nelle connesure, battendoli con mazzaranga.

Per la ribasolatura delle strade si avrà cura di ritoccare i basoli smussati e rotti negli angoli prima di rimetterli in opera. Quelli rotti in più pezzi, comunque deteriorati e non suscettibili di essere riutilizzati, saranno scartati e sostituiti con nuovi basoli.

Nella costruzione dei basolati si avrà specialmente cura di ricostruire la forma stradale primitiva, seguendo esattamente le linee dei giunti delle basole rimaste in posto e riaccomodandole in opere con lo scalpello e la muta.

I basoli nuovi, in sostituzione di quelli rotti o deteriorati non più adatti ad essere rimessi in opera e quelli per effetto di rottura dei vecchi, saranno sostituiti.

I basoli avranno un massetto di sottofondo di calcestruzzo, dello spessore da 20 a 30 cm. Su di esso si disporrà uno strato di malta dello spessore di 5 cm sul quale poseranno i basoli e alla loro volta si collocheranno in opera con la stessa malta applicata

sulle facce laterali in tale quantità che refluisca la battitura dei basoli fuori delle connessioni dei giunti.

Ricostruito un basolato, si avrà cura di difenderlo dal passaggio delle vetture per un tempo non minore di 15 giorni, sia sbarrando con appositi ripari in legname la strada, quando ciò sia possibile, sia ricoprendo il nuovo basolato con sufficiente strato di sabbia e terra quando non si possa impedire il transito dei veicoli.

I materiali eccedenti la chiusura dei cavi, sia che derivassero dal ritocco dei basoli, sia dalla loro sostituzione, che non fossero necessari alla difesa dei basolati dal passaggio delle vetture, dovranno essere immediatamente portati a rifiuto nelle discariche che saranno designate. Le terre poste in difesa dei lastricati dovranno pure portarsi in rifiuto non appena questi si saranno consolidati e non vi sia più pericolo di danno per effetto del passaggio delle vetture.

Gli attraversamenti pedonali saranno realizzati utilizzando cubetti di lato da 8 a 10 cm provenienti da pietra bianca calcarea di buona fattura, al fine di evidenziare le parti bianche dalle nere, che non presentino né rientranze né sporgenze in nessuna delle facce. Verranno impiantati su letto di sabbia dello spessore da 8 a 10 cm, questo alloggiato su di un sottofondo in conglomerato cementizio dosato a q.li 2.50 dello spessore da 15 a 30 cm, con interposta rete elettrosaldata.

Detti passaggi verranno posti in opera in leggero risalto (3 - 5 cm) interrompendo la normale pavimentazione sia essa in basoli, asfalto o cubetti.