

COMUNE DI NAPOLI
 DIREZIONE CENTRALE PIANIFICAZIONE E GESTIONE DEL TERRITORIO - SITO UNESCO
 SERVIZIO PROGRAMMA UNESCO E VALORIZZAZIONE DELLA CITTA' STORICA

Programma Operativo Regionale FESR Campania 2007-2013 Asse 6 Sviluppo urbano e qualità della vita Obiettivo operativo 6.2 - Napoli e area metropolitana Grande Progetto *Centro storico di Napoli valorizzazione del sito UNESCO*

COMPLESSO DI "S. LORENZO MAGGIORE" RECUPERO E RIFUNZIONALIZZAZIONE

PROGETTO DEFINITIVO

Progettisti:

- Comune di Napoli
 Arch. Ersilia Emilia Nazzaro
 Arch. Luciano Fazi
- Soprintendenza BAPPSAE
 Arch. Paola Bovier
 Geom. Antonio Minerba
 Ass. tecn. Pietro Napolitano
 Soprintendente Arch. Giorgio Cozzolino
- Soprintendenza Polo Museale
 Dott.ssa Anna Chiara Alabiso
 Soprintendente Arch. Fabrizio Vona
- Direzione regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici della Campania
 Direttore Dott. Gregorio Angelini
- Coordinatore per la sicurezza
 Ing. Maurizio Attanasio

Responsabile Unico del Procedimento:
 arch. Giancarlo Ferulano

gruppo di supporto:
 F.T. Massimo Bennisib
 I.T. Brunella Esposito



PROGRAMMA OPERATIVO REGIONALE FESR CAMPANIA 2007-2013
Asse 6 Sviluppo urbano e qualità della vita
Obiettivo operativo 6.2 - Napoli e area metropolitana
Grande Progetto *Centro storico di Napoli valorizzazione del sito UNESCO*

COMPLESSO DI SAN LORENZO MAGGIORE
Recupero e rifunzionalizzazione piano ex Archivio Comunale, Torre e facciata della Chiesa

OPERE DI RESTAURO, ADEGUAMENTO FUNZIONALE E VALORIZZAZIONE
CAPITOLATO SPECIALE
DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE

Appalto ai sensi dell'art. 53, comma 2, lettera b) del Codice dei contratti avente a oggetto:

- *redazione progettazione esecutiva delle strutture sulla base del progetto definitivo denominato “Recupero e rifunzionalizzazione piano ex Archivio Comunale, Torre e facciata della Chiesa”, predisposto dall'Amministrazione comunale di Napoli, con il supporto del MIBAC, unitamente al progetto definitivo architettonico e impiantistico del medesimo intervento, all'interno del “Grande Progetto Centro Storico di Napoli - Valorizzazione del sito UNESCO” - finanziamento POR-FESR Campania 2007-2013 - Asse 6 Sviluppo urbano e qualità della vita - Obiettivo Operativo 6.2 - Napoli e area metropolitana;*
- *esecuzione dei lavori architettonici/impiantistici/strutturali e fornitura di arredi dell'intervento di “Recupero e rifunzionalizzazione piano ex Archivio Comunale, Torre e facciata della Chiesa”.*

PARTE PRIMA	7
DEFINIZIONE TECNICA ED ECONOMICA DEL PROGETTO	7
CAPO 1 NORME GENERALI DELL'APPALTO	7
Art. 1 Oggetto dell'Appalto	7
Art. 2 Ammontare dell'Appalto	8
Art. 3 Modalità di stipulazione del contratto	8
Art. 4 Categoria prevalente - Categorie subappaltabili	9
Art. 5 Designazione sommaria delle opere - Gruppi di lavorazioni omogenee	10
CAPO 2 DISCIPLINA CONTRATTUALE	10
Art. 6 Interpretazione del contratto e del C.S.A.	10
Art. 7 Documenti che fanno parte del contratto - Osservanza delle norme	11
Art. 9 Fallimento dell'Appaltatore	14
Art. 10 Rappresentante dell'Appaltatore e domicilio - direttore di cantiere.....	14
Art. 11 Ordini di servizio. Riserve. Norme generali sui materiali e sull'esecuzione	15
Art. 12 Convenzioni europee in materia di valuta e termini.....	16
CAPO 3 TERMINI PER L'ESECUZIONE	16
Art. 13 Variazioni migliorative in sede di offerta	16
Art. 14 Verifica e approvazione del progetto esecutivo strutturale.....	17
Art. 15 Proroga del termine di consegna del progetto esecutivo delle strutture	19
Art. 16 Penali in caso di ritardo nella progettazione esecutiva delle strutture	19
Art. 17 Mancata approvazione del progetto esecutivo delle strutture.....	20
Art. 18 Consegna e inizio dei lavori	21
Art. 19 Termini per l'ultimazione delle prestazioni e dei lavori	21
Art. 20 Cronoprogramma.....	22
e Programma esecutivo dettagliato dei lavori dell'Appaltatore	22
Art. 21 Aggiornamento del Programma esecutivo dettagliato	24
dei lavori dell'Appaltatore	24
Art. 22 Proroghe del termine di ultimazione dei lavori	24
Art. 23 Sospensioni ordinate dalla D.L.....	25
Art. 24 Sospensioni ordinate dal R.U.P.	27
Art. 25 Penali in caso di ritardo nell'esecuzione dei lavori	27

Art. 26 Inderogabilità dei termini di esecuzione di progettazione ed esecuzione	28
Art. 27 Risoluzione del contratto per mancato rispetto dei termini	30
CAPO 4 DISCIPLINA ECONOMICA	30
Art. 28 Anticipazione	30
Art. 29 Pagamento del corrispettivo per la redazione	31
del progetto esecutivo delle strutture.....	31
Art. 30 Pagamenti in acconto per l'esecuzione dei lavori.....	32
Art. 31 Pagamenti a saldo per l'esecuzione dei lavori	33
Art. 32 Ritardi nel pagamento delle rate di acconto	34
Art. 33 Ritardi nel pagamento della rata di saldo relativa all'esecuzione dei lavori	35
Art. 34 Ritardi nei pagamenti relativi alla progettazione esecutiva	36
delle strutture	36
Art. 35 Intervento sostitutivo della Stazione appaltante in caso di inadempienza contributiva o retributiva dell'esecutore e del subappaltatore	36
Art. 36 Obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari	37
Art. 37 Revisione prezzi, prezzo chiuso e compensazione.....	37
Art. 38 Cessione del contratto e cessione dei crediti	40
CAPO 5 CONTABILIZZAZIONE E LIQUIDAZIONE DEI LAVORI	40
Art. 39 Corrispettivo dei lavori a corpo e a misura.....	40
Art. 40 Lavori in economia	41
CAPO 6 CAUZIONI E GARANZIE.....	42
Art. 42 Cauzione provvisoria	42
Art. 43 Garanzia fideiussoria o cauzione definitiva	42
Art. 44 Riduzione delle garanzie.....	44
Art. 45 Obblighi assicurativi a carico dell'Appaltatore	45
Art. 46 Assicurazione relativa alla progettazione.....	47
CAPO 7 DISPOSIZIONI PER L'ESECUZIONE	47
Art. 47 Cantierizzazione dei lavori.....	47
Art. 48 Variazione dei lavori.....	47
Art. 49 Varianti per errori od omissioni progettuali.....	48
Art. 50 Prezzi applicabili ai nuovi lavori e nuovi prezzi.....	49
CAPO 8 DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA.....	49
Art. 52 Sicurezza sul luogo di lavoro.....	49
Art. 53 Piano di sicurezza e coordinamento	49

Art. 54 Modifiche e integrazioni al piano di sicurezza e di coordinamento	50
Art. 55 Piano operativo di sicurezza	50
Art. 56 Osservanza e attuazione dei piani di sicurezza.....	51
Art. 57 Bonifica	51
CAPO 9 DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO	51
Art. 58 Subappalto.....	52
Art. 59 Responsabilità in materia di subappalto	55
Art. 60 Pagamento dei subappaltatori	55
CAPO 10 CONTESTAZIONI, VERIFICHE, DIFETTI ED ECCEDENZE,.....	56
CONTROVERSIE E MANODOPERA	56
Art. 61 Contestazioni tra Stazione appaltante e Appaltatore. Verifiche nel corso di esecuzione dei lavori. Difetti di costruzione. Eccedenze.....	56
Art. 62 Accordo bonario. Transazione. Definizione delle controversie	57
Art. 64 Risoluzione del contratto. Esecuzione d'ufficio dei lavori	60
CAPO 11 DISPOSIZIONI PER L'ULTIMAZIONE	63
Art. 65 Ultimazione dei lavori e gratuita manutenzione	63
Art. 66 Collaudo.....	63
Termini per il collaudo o per l'accertamento della regolare esecuzione	63
Art. 67 Presa in consegna dei lavori ultimati	64
CAPO 12 NORME FINALI	65
Art. 68 Oneri e obblighi a carico dell'Appaltatore	65
Art. 69 Obblighi speciali a carico dell'Appaltatore	69
Art. 70 Proprietà dei materiali di scavo e di demolizione.....	69
Art. 71 Utilizzo di materiali recuperati o riciclati e smaltimento	70
Art. 72 Custodia del cantiere	70
Art. 73 Cartello di cantiere	70
Art. 74 Spese contrattuali, imposte, tasse	71
PARTE SECONDA.....	72
PRESCRIZIONI TECNICHE.....	72
CAPO 13 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE	72
Art. 75 Misurazione dei lavori	72
Art. 76 Valutazione dei lavori, condizioni generali.....	72
Art. 77 Valutazione dei lavori a corpo e a misura.....	73
Art. 78 Valutazione dei lavori in economia	86

Art. 79 Accettazione dei materiali - Provenienza e qualità.....	87
Art. 80 Accettazione degli impianti	88
Art. 81 Categorie di lavoro - Definizioni generali	89
Art. 82 Metodologie di indagine.....	89
Art. 83 Rilievi - Capisaldi - Tracciati	93
Art. 84 Demolizioni - Asportazioni - Smontaggi.....	93
Art. 85 Scavi - Rilevati - Rinterri.....	107
Art. 86 Ponteggi - Strutture di rinforzo.....	113
Art. 87 Interventi di bonifica da vegetazione infestante, macro e microflora.....	114
Art. 88 Preconsolidamenti -Materiali lapidei.....	119
Art. 89 Puliture - Materiali lapidei.....	123
Art. 90 Integrazioni.....	142
Art. 91 Consolidamenti	164
Art. 92 Protezioni e trattamenti superficiali	194
Art. 93 Sostituzioni	216
Art. 94 Nuove opere murarie	216
Art. 95 Intonaci.....	218
Art. 96 Trattamento ed eliminazione dell'umidità	222
Art. 97 Malte	240
Art. 98 Impermeabilizzazioni.....	243
Art. 99 Massetti - Vespai.....	252
Art. 100 Pavimentazioni.....	253
Art. 101 Rivestimenti	256
Art. 102 Controsoffitti.....	258
Art. 103 Infissi.....	258
Art. 104 Opere di tinteggiatura — Verniciatura	260
Art. 105 Opere in legno.....	262
Art. 106 Opere in acciaio e altri metalli	267
Art. 107 Opere in marmo - Pietre naturali.....	269
Art. 108 Opere in vetro	269
Art. 109 Opere da lattoniere	271
Art. 110 Tubazioni.....	272
Art. 111 Sigillature - Guarnizioni	275
Art. 112 Definizioni e prescrizioni generali per impianti	277

Art. 113 Impianti idrosanitari	278
Art. 114 Raccolta acque pluviali	288
Art. 115 Impianti per fognature	288
Art. 116 Impianto antincendio - Opere per la prevenzione incendi.....	290
Art. 117 Impianti elettrici.....	294
Art. 118 Impianti antintrusione.....	306
Art. 119 Modanature - Profilature di finitura - Schermature.....	307
Art. 120 Vetrate con cristallo	307
Art. 121 Documentazione degli interventi di restauro	309

PARTE PRIMA
DEFINIZIONE TECNICA ED ECONOMICA DEL PROGETTO

CAPO 1 NORME GENERALI DELL'APPALTO

Art. 1 Oggetto dell'Appalto

L'Appalto ai sensi dell'art. 53, comma 2, lettera b) del D.Lgs. n. 163/06 *Codice dei contratti pubblici* ha per oggetto:

la *progettazione esecutiva delle strutture*, sulla base del progetto definitivo dell'intervento denominato *Recupero e rifunzionalizzazione piano ex Archivio Comunale, Torre e facciata della Chiesa*, predisposto dall'Amministrazione comunale unitamente al progetto definitivo architettonico/impiantistico del medesimo intervento, all'interno del "Grande Progetto Centro Storico di Napoli - Valorizzazione del sito UNESCO" - finanziamento POR-FESR Campania 2007-2013 - Asse 6 Sviluppo urbano e qualità della vita - Obiettivo Operativo 6.2 - Napoli e area metropolitana;

l'*esecuzione dei lavori* architettonici/impiantistici/strutturali e la *fornitura di arredi* dell'intervento di *Recupero e rifunzionalizzazione piano ex Archivio Comunale, Torre e facciata della Chiesa*.

Sono compresi nell'Appalto tutti i lavori, le prestazioni, le forniture e le provviste necessarie per dare il lavoro completamente compiuto e secondo le condizioni stabilite dal presente *Capitolato speciale d'Appalto*, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste nel progetto definitivo architettonico – impiantistico, nel progetto definitivo delle strutture posto a base di gara e nel progetto esecutivo delle strutture da redigersi a cura dell'*Appaltatore*, nel rispetto dell'art. 93, comma 5 del Codice dei contratti e degli artt. 15, 16 e artt. dal 33 al 43 del Regolamento di esecuzione, in conformità al citato progetto definitivo messo a disposizione dalla Amministrazione comunale e posto a base di gara, e che sarà oggetto di approvazione da parte della medesima Amministrazione.

L'esecuzione dei lavori è sempre e comunque effettuata secondo le regole dell'arte e l'*Appaltatore* deve conformarsi alla massima diligenza nell'adempimento dei propri obblighi.

Sono parte integrante dell'Appalto tutte le attività di organizzazione e coordinamento delle varie fasi esecutive, delle modalità di fornitura e della disposizione delle attrezzature che dovranno essere eseguite nella piena conformità con tutta la normativa vigente in materia di lavori pubblici inclusa quella relativa alla prevenzione degli infortuni e di tutela della salute dei lavoratori, nonché la eventuale predisposizione di elaborati di dettaglio su specifica richiesta della *direzione lavori*.

Le indicazioni del presente capitolato, gli elaborati grafici e le specifiche tecniche allegate forniscono la consistenza quantitativa e qualitativa e le caratteristiche di esecuzione delle opere oggetto del contratto.

Il progetto esecutivo deve essere corredato secondo le modalità di cui il Titolo II, sez. IV del DPR 207/2010 e deve attenersi al progetto definitivo e sottoscritto da tecnici abilitati e competenti della specifica materia Il progetto esecutivo delle strutture, previsto nell'Appalto a carico dell'*Appaltatore* secondo le disposizioni di legge vigenti in materia di esecuzione di

Opere Pubbliche e secondo le maggiori specifiche di cui al presente capitolato speciale di Appalto, ai sensi del DLvo 163/06, dovrà indicare in modo compiuto e dettagliato, sulla base delle indagini eseguite, le tecniche e le tecnologie di intervento riguardanti le singole parti interessate del complesso e prescrivere le modalità esecutive delle varie operazioni tecniche, indicando i controlli da effettuare in cantiere nel corso dei lavori. La redazione del progetto esecutivo dovrà, inoltre, riferirsi a metodologie d'intervento rispettose delle caratteristiche architettoniche del monumento e conformi ai criteri previsti in sede di progetto definitivo posto a base d'Appalto, consentire all'esecutore e al *Direttore dei lavori*, una sicura interpretazione ed esecuzione delle opere previste, in ogni loro elemento. Si applica l'art. 1374 del Codice civile.

Art. 2 Ammontare dell'Appalto

L'importo complessivo dell'Appalto posto a base di gara è definito come segue:

a) importo dei lavori soggetto a ribasso	€ 1.633.678,06
a.1) oneri per la sicurezza non soggetti a ribasso	€ 20.000,00
a.2) costo del personale non soggetto a ribasso	€ 658.584,05
b) importo forniture soggetto a ribasso	€ 105.000,00
c) importo progettazione esecutiva <i>delle strutture</i> comprensiva del coordinamento della sicurezza in fase di progettazione soggetto a ribasso	€ 15.000,00
a)+b)+c) TOTALE IMPORTO DELL'APPALTO	€ 2.432.262,11

L'importo contrattuale corrisponde alla somma dell'importo dei lavori di cui al comma 1, lettera a), dell'importo delle forniture di cui al comma 1 lettera b) e del corrispettivo per la progettazione esecutiva delle strutture di cui al comma 1, lettera c), soggetti al ribasso percentuale offerto dall'*Aggiudicatario* in sede di gara e aumentati dell'importo di cui al comma 1, lettera a.1), relativo agli oneri per la sicurezza, non soggetti a ribasso ai sensi dell'art. 131, comma 3, primo periodo, del *Codice dei contratti* nonché dell'importo di cui al comma 1, lettera a.2), relativo al costo del personale non soggetto a ribasso.

Art. 3 Modalità di stipulazione del contratto

Il contratto è stipulato a corpo e a misura per la categoria OG2 (lavori) e a misura per la categoria OG11 (impianti), ai sensi dell'art. 53, comma 4, rispettivamente, primo periodo e secondo periodo del *Codice dei contratti*.

L'*Appaltatore* è tenuto all'esecuzione dell'Appalto, ivi comprese le eventuali varianti proposte, a fronte del corrispettivo indicato in sede di offerta economica, maggiorato degli importi per oneri della sicurezza non soggetti a ribasso.

Ai sensi dell'art. 53, comma 4, terzo periodo, del *Codice dei contratti*, l'importo del contratto non può essere modificato sulla base della verifica della quantità o qualità della prestazione.

I prezzi unitari del progetto sono utilizzabili esclusivamente per la definizione, valutazione e contabilizzazione di eventuali varianti, addizioni o detrazioni in corso d'opera, qualora ammissibili ai sensi dell'art. 132 del *Codice dei contratti*.

Art. 4 Categoria prevalente - Categorie subappaltabili

1. Ai sensi e per gli effetti degli artt. 61, 107, 108 e 109 del Regolamento di esecuzione e in conformità all'allegato «A» al medesimo Regolamento, i lavori sono classificati nella categoria prevalente di opere OG2 - classifica IV - per un importo di € 1.688.842,20, pari al 69% delle prestazioni di esecuzione.
2. Ai sensi e per gli effetti degli artt. 61, 107, 108 e 109 del Regolamento di esecuzione e in conformità all'allegato «A» al medesimo Regolamento, le categorie di lavori diverse da quella prevalente, con i relativi importi (al netto degli oneri per la sicurezza) e classifiche, sono le seguenti:

OG11 (impianti)	€. 603.419,91	classifica III	pari al 25 %
-----------------	---------------	----------------	--------------

I lavori di cui ai comma precedenti, a qualificazione obbligatoria, sono scorporabili e sub appaltabili (con il limite del 30% - trenta per cento - per quanto concerne la categoria prevalente).

Riepilogo SUB CATEGORIE (COMPUTO)	
DEMOLIZIONI, RIMOZIONI e TAGLI	€ 258.190,17
TRASPORTI	€ 161.685,37
OPERE MURARIE	€ 267.137,49
INTONACI e PITTURE	€ 490.733,79
PAVIMENTI, RIVESTIMENTI e IMPERMEABILIZZAZIONI	€ 342.180,67
PORTE e INFISSI	€ 54.218,99
OPERE in FERRO	€ 58.950,93
IMPIANTO IDRO-SANITARIO	€ 12.589,74
IMPIANTO di ELEVAZIONE	€ 43.155,05
Totale SUB CATEGORIE	€ 1.688.842,20
ARREDI	€ 105.000,00
IMPIANTI ELETTRICI	€ 319.814,04
IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE	€ 250.848,41
IMPIANTI IDRICO-SANITARIO-ANTINCENDIO	€ 32.757,46
Totale IMPIANTI	€ 603.419,91
SOMMANO I LAVORI (1+2+3)	€ 2.397.262,11

Art. 5 Designazione sommaria delle opere - Gruppi di lavorazioni omogenee

Le opere che formano oggetto dell'appalto possono riassumersi come appresso indicato, salvo le prescrizioni che all'atto esecutivo potranno essere impartite dalla D.L.:

- opere provvisionali;
- demolizioni, tagli, rimozioni ed eliminazione di superfetazioni e componenti di vecchi impianti in disuso, rettifica vani murari, tagli murari per alloggiamento nuovi impianti;
- restauro di superfici architettoniche compreso l'eliminazione di vegetazione infestante, revisione e integrazione d'intonaco, pulitura, revisione, consolidamento e restauro di partiture architettoniche, pulitura e restauro di elementi lapidei, tinteggiature esterne, restauro e/o sostituzione di infissi in legno, realizzazione di controsoffittature;
- revisione e restauro di grate e ringhiere;
 - opere strutturali consistenti in realizzazione di solaio di copertura, rinforzo di solaio di calpestio, blocco scale, struttura soppalco in ferro e legno, consolidamenti murari, revisione e/o sostituzione di piattabande, cerchiature di vani;
- opere edili consistenti in realizzazione di nuovi tramezzi, chiusura e/o apertura di vani murari, integrazione e/o sostituzione di massi, massetti e pavimenti, integrazione e/o rifacimento di intonaci e tinteggiature, rivestimenti e altre opere di finitura, sostituzione e/o realizzazione di infissi interni ed esterni;
- installazione impianti meccanici di risalita consistenti in ascensore e pedana di sollevamento
- impianto di climatizzazione;
- impianto elettrico e speciale;
- impianto idrico - antincendio;
- arredi e allestimenti;
 - spostamento in deposito indicato dalla Stazione Appaltante della documentazione cartacea presente nei locali dell'Archivio, custodia e successivo riposizionamento in loco a completamento degli arredi e degli allestimenti
 - smaltimento dei materiali derivanti dalle demolizioni e dei materiali di risulta e relativo deposito degli stessi in apposita discarica;
- liste in economia

CAPO 2 DISCIPLINA CONTRATTUALE

Art. 6 Interpretazione del contratto e del C.S.A.

1. In caso di discordanza tra i vari elaborati di progetto vale la soluzione più aderente alle finalità per le quali il lavoro è stato progettato e comunque, quella meglio rispondente ai criteri di ragionevolezza e di buona tecnica esecutiva.
2. In caso di norme del presente *Capitolato speciale d'appalto* tra loro non compatibili o apparentemente non compatibili, trovano applicazione in primo luogo le norme eccezionali o quelle che fanno eccezione a regole generali, in secondo luogo quelle maggiormente conformi alle disposizioni legislative o regolamentari, oppure

all'ordinamento giuridico, in terzo luogo quelle di maggior dettaglio e infine quelle di carattere ordinario.

3. L'interpretazione delle clausole contrattuali, così come delle disposizioni del presente *Capitolato speciale d'appalto*, è fatta tenendo conto delle finalità del contratto e dei risultati ricercati con l'attuazione del progetto approvato, per ogni altra evenienza trovano applicazione negli artt. da 1362 a 1369 del *Codice civile*.
3. Sono contrattualmente vincolanti tutte le leggi e le norme vigenti in materia di lavori pubblici e in particolare:
 - a) la *legge 20 marzo 1865, n. 2248, allegato F*, per quanto applicabile;
 - b) il *Codice dei contratti*, approvato con decreto legislativo 12 aprile 2006 n. 163;
 - c) il *Regolamento di esecuzione e attuazione* del predetto Codice, approvato con decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010 n. 207, per quanto applicabile;
 - d) il *decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81*, con i relativi allegati.
4. L'*Appaltatore* è tenuto alla piena e diretta osservanza di tutte le norme vigenti in Italia derivanti sia da leggi che da decreti, circolari e regolamenti con particolare riguardo ai regolamenti edilizi, d'igiene, di polizia urbana, dei cavi stradali, alle norme sulla circolazione stradale, a quelle sulla sicurezza e igiene del lavoro vigenti al momento dell'esecuzione delle opere (per quanto riguarda il personale sia dell'*Appaltatore* stesso che di eventuali subappaltatori, cottimisti e lavoratori autonomi), alle disposizioni di cui al decreto del Presidente della Repubblica 10 settembre 1982, n. 915 e s.m.i., alle norme CEI, U.N.I., C.N.R..
5. Dovranno inoltre essere osservate le disposizioni di cui al D.P.C.M. 1 marzo 1991 e s.m.i. riguardanti i "limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno", al decreto legislativo 15 agosto 1991, n. 277 e successive modificazioni e integrazioni ed alla legge 26 ottobre 1995, n. 447 (Legge quadro sull'inquinamento acustico) e s.m.i.

Art. 7 Documenti che fanno parte del contratto - Osservanza delle norme

1. Ai sensi dell'art. 137 del *Regolamento di esecuzione*, fanno parte integrante e sostanziale del contratto d'appalto, ancorché non materialmente allegati:
 - a) il *Capitolato generale d'appalto* approvato con decreto ministeriale 19 aprile 2000, n. 145, relativamente agli articoli non abrogati dal *Regolamento di esecuzione* e per quanto non previsto o diversamente disciplinato dal *Capitolato speciale d'appalto*;
 - b) il *Capitolato speciale d'appalto*;
 - c) il *progetto definitivo delle strutture*, riguardante in particolare il rifacimento del solaio di copertura della Sala Archivio, approvato dalla *Stazione appaltante*, con le annesse prescrizioni per la redazione del relativo progetto esecutivo;
 - d) il *progetto definitivo architettonico/impiantistico* riguardante gli aspetti relativi al recupero e alla rifunionalizzazione del piano ex Archivio Comunale, della Torre e della facciata della Chiesa approvato dalla *Stazione appaltante* o eventualmente rielaborato dall'*Appaltatore* in ragione delle migliorie offerte in sede di gara;
 - e) il *progetto esecutivo delle strutture*, riguardante in particolare il rifacimento del solaio di copertura della Sala Archivio, da redigere a cura dell'*Appaltatore*;

- f) l'*elenco prezzi unitari* del progetto esecutivo delle strutture;
 - g) il *piano di sicurezza e di coordinamento e il piano operativo di sicurezza* da redigere a cura dell'*Appaltatore*, di cui all'art. 131 del *Codice dei contratti*;
 - h) l'*offerta tecnica e l'offerta tempo - economica* dell'*Appaltatore*;
 - i) il *cronoprogramma unitario* riguardante gli aspetti architettonico/impiantistici e delle strutture dell'intervento;
 - j) le *polizze di garanzia*;
 - k) il *Protocollo di legalità* sottoscritto dal Comune di Napoli e dalla Prefettura di Napoli.
2. La stipulazione del contratto è subordinata al positivo esito delle procedure previste dalla normativa vigente in materia di lotta alla mafia, al positivo esito delle verifiche sui requisiti ai sensi dell'art. 11, comma 8, del Codice dei contratti, nonché al positivo esito dei controlli di cui all'art. 12 del medesimo Codice.
 3. La stipulazione del contratto avrà luogo entro il termine di 60 (sessanta) giorni dall'efficacia dell'aggiudicazione definitiva.
 4. La stipulazione del contratto dovrà essere preceduta dalla redazione del verbale di cui all'art. 106, comma 3, del *Regolamento di esecuzione*.

Art. 8 Disposizioni particolari riguardanti l'appalto - Protocollo di legalità

1. La sottoscrizione del contratto da parte dell'*Appaltatore* equivale a dichiarazione di perfetta conoscenza e incondizionata accettazione dei suoi allegati, delle leggi, dei regolamenti e di tutte le norme vigenti in materia di lavori pubblici; equivale altresì a completa accettazione di tutte le disposizioni che regolano il presente appalto e di tutte le previsioni contenute nel progetto preliminare posto a base di gara.
2. Ai sensi dell'art. 106, comma 3, del *Regolamento di esecuzione*, l'*Appaltatore* dà atto, senza riserva alcuna, della piena conoscenza e disponibilità degli atti progettuali e della relativa documentazione, della disponibilità dei siti, dello stato dei luoghi, delle condizioni pattuite in sede di offerta e di ogni altra circostanza che interessi i lavori che, come da apposito verbale sottoscritto col R.U.P., consentono l'immediata esecuzione dei lavori.
3. Nel partecipare alla gara, l'*Appaltatore* dichiara di conoscere e di accettare le condizioni inserite nel *Protocollo di legalità* sottoscritto dall'Amministrazione Comunale e dall'U.T.G. territorialmente competente in data 1 agosto 2007, recepite con delibera di Giunta comunale n. 3202 del 27 settembre 2007 e da applicarsi solo per appalti il cui importo sia superiore a € 250.000,00 (duecentocinquantamila/00 euro).
4. Le domande di partecipazione devono essere corredate dalle dichiarazioni di cui all'art. 8 del *Protocollo di legalità*:
 - a) la sottoscritta impresa dichiara di essere a conoscenza di tutte le norme pattizie di cui al *Protocollo di legalità*, sottoscritto in data 1 agosto 2007 dal Comune di Napoli con la Prefettura di Napoli e pubblicato sul sito <http://www.utgnapoli.it>, e di accettarne incondizionatamente il contenuto e gli effetti e di essere disposto a sottoscrivere nel contratto d'appalto, in caso di aggiudicazione, tutte le clausole espresse contenute nel protocollo stesso e riferite agli obblighi delle imprese (clausola n. 1);
 - b) la sottoscritta impresa si impegna, nel rispetto del *Protocollo di legalità*, a denunciare

immediatamente alle Forze di Polizia o all'Autorità Giudiziaria ogni illecita richiesta di denaro, prestazione o altra utilità ovvero offerta di protezione nei propri confronti, nei confronti degli eventuali componenti la compagine sociale dell'impresa o dei rispettivi familiari (richiesta di tangenti, pressioni per indirizzare l'assunzione di personale o l'affidamento di lavorazioni, forniture o servizi a determinate imprese, danneggiamenti, furti di beni personali o di cantiere) (clausola n. 2);

- c) la sottoscritta impresa si impegna, nel rispetto del *Protocollo di legalità*, a segnalare alla Prefettura l'avvenuta formalizzazione della denuncia di cui al precedente punto e ciò al fine di consentire, nell'immediato, da parte dell'Autorità di pubblica sicurezza, l'attivazione di ogni conseguente iniziativa (clausola n. 3);
- d) la sottoscritta impresa dichiara di conoscere e di accettare, nel rispetto del *Protocollo di legalità*, la clausola espressa che prevede la risoluzione immediata ed automatica del contratto relativo ai lavori oggetto del presente appalto, ovvero la revoca dell'autorizzazione al subappalto o subcontratto, qualora dovessero essere comunicate dalla Prefettura, successivamente alla stipula del contratto o subcontratto, informazioni interdittive di cui all'art. 10 del decreto del Presidente della Repubblica 3 giugno 1998, n. 252, ovvero la sussistenza di ipotesi di collegamento formale e/o sostanziale o di accordi con altre imprese partecipanti alle procedure concorsuali d'interesse e che, qualora il contratto sia stato stipulato nelle more dell'acquisizione delle informazioni del prefetto, sarà applicata a carico dell'impresa, oggetto dell'informativa interdittiva successiva, anche una penale nella misura del 10% del valore del contratto ovvero, qualora lo stesso non sia determinato o determinabile, una penale pari al valore delle prestazioni al momento eseguite e che le predette penali saranno applicate mediante automatica detrazione, da parte della stazione appaltante, del relativo importo dalle somme dovute all'impresa in relazione alla prima erogazione utile (clausola n. 4);
- e) la sottoscritta impresa dichiara di conoscere e di accettare, nel rispetto del *Protocollo di legalità*, la clausola risolutiva espressa che prevede la risoluzione immediata e automatica del contratto, ovvero la revoca dell'autorizzazione al subappalto o subcontratto, in caso di grave e reiterato inadempimento delle disposizioni in materia di collocamento, igiene e sicurezza sul lavoro anche con riguardo alla nomina del responsabile della sicurezza e di tutela dei lavoratori in materia contrattuale e sindacale (clausola n. 5);
- f) la sottoscritta impresa dichiara di essere a conoscenza e accettare senza riserva alcuna, nel rispetto del *Protocollo di legalità*, il divieto per la stazione appaltante di autorizzare subappalti a favore delle imprese partecipanti alla gara e non risultate aggiudicatarie (clausola n. 6);
- g) la sottoscritta impresa dichiara di conoscere e di accettare, nel rispetto del *Protocollo di legalità*, la clausola risolutiva espressa che prevede la risoluzione immediata ed automatica del contratto ovvero la revoca dell'autorizzazione al subappalto o al subcontratto nonché, l'applicazione di una penale, a titolo di liquidazione dei danni - salvo comunque il maggior danno - nella misura del 10% (dieci per cento) del valore del contratto o, quando lo stesso non sia determinato o determinabile, delle prestazioni al momento eseguite, qualora venga effettuata una movimentazione finanziaria (in

entrata o in uscita) senza avvalersi degli intermediari di cui al decreto legge n. 3 maggio 1991, n. 143 (clausola n. 7);

- h) la sottoscritta impresa dichiara di conoscere e accettare, nel rispetto del *Protocollo di legalità*, l'obbligo di effettuare gli incassi e i pagamenti, di importo superiore ai € 3.000,00 (tremila/00 euro), relativi al contratto di cui al presente appalto, attraverso conti dedicati accesi presso un intermediario bancario ed esclusivamente tramite bonifico bancario e di accettare che, in caso di violazione di tale obbligo, senza giustificato motivo, la stazione appaltante applicherà una penale nella misura del 10% (dieci per cento) del valore di ogni singola movimentazione finanziaria cui la violazione si riferisce, detraendo automaticamente l'importo dalle somme dovute in relazione alla prima erogazione utile (clausola n. 8).

Art. 9 Fallimento dell'Appaltatore

1. In caso di fallimento dell'*Appaltatore*, la *Stazione appaltante* si avvale, senza pregiudizio per ogni altro diritto e azione a tutela dei propri interessi, della procedura prevista dall'art. 140 del *Codice dei contratti*.
2. Quando l'esecutore sia un raggruppamento temporaneo, in caso di fallimento dell'impresa mandataria o di una impresa mandante, trovano applicazione rispettivamente i commi 18 e 19 dell'art. 37 del *Codice dei contratti*.

Art. 10 Rappresentante dell'Appaltatore e domicilio - direttore di cantiere

1. L'*Appaltatore* deve eleggere domicilio ai sensi e nei modi di cui all'art. 2 del *Capitolato generale*, a tale domicilio si intendono ritualmente effettuate tutte le intimazioni, le assegnazioni di termini e ogni altra notificazione o comunicazione dipendente dal contratto.
2. L'*Appaltatore* deve altresì comunicare, ai sensi e nei modi di cui all'art. 3 del *Capitolato generale*, le generalità delle persone autorizzate a riscuotere.
3. Qualora l'*Appaltatore* non conduca direttamente i lavori deve depositare presso la *Stazione appaltante*, ai sensi e nei modi di cui all'art. 4 del *Capitolato generale*, il mandato conferito con atto pubblico a persona idonea, sostituibile su richiesta motivata della *Stazione appaltante*.
L'*Appaltatore* o il suo rappresentante deve, per tutta la durata dell'appalto, garantire la propria presenza sui luoghi dei lavori.
4. Ai sensi dell'art. 6, comma 2, del *Capitolato generale*, l'*Appaltatore*, tramite il direttore di cantiere, assicura l'organizzazione, la gestione tecnica e la conduzione del cantiere.
5. Ai sensi dell'art. 6, comma 3, del *Capitolato generale*, la direzione del cantiere è assunta dal direttore tecnico dell'impresa o da altro tecnico formalmente incaricato dall'*Appaltatore* ed eventualmente coincidente con il rappresentante delegato a norma del comma 3 del presente articolo.

In caso di appalto affidato ad associazione temporanea di imprese o a consorzio, l'incarico della direzione di cantiere è attribuito mediante delega conferita da tutte le imprese operanti nel cantiere con l'indicazione specifica delle attribuzioni da esercitare dal delegato, anche in rapporto a quelle degli altri soggetti operanti nel cantiere.

6. L'*Appaltatore* è tenuto ad avvalersi del direttore di cantiere, dello staff di supporto al medesimo e delle maestranze indicati nella propria offerta tecnica presentata in gara.
7. La D.L., ai sensi dell'art. 6, comma 5, del *Capitolato generale*, ha il diritto di esigere, previa motivata comunicazione all'*Appaltatore*, il cambiamento del direttore di cantiere e del personale dell'*Appaltatore* per indisciplina, incapacità o grave negligenza.
8. Ai sensi dell'art. 6, comma 6, del *Capitolato generale*, l'*Appaltatore* è in tutti i casi responsabile dei danni causati dall'imperizia e/o dalla negligenza di detti soggetti, nonché della malafede o della frode nella somministrazione o nell'impiego dei materiali.
9. Ogni variazione del domicilio di cui al precedente comma 1 o delle persone di cui ai precedenti commi 2, 3, 5 e 6 deve essere tempestivamente notificata alla *Stazione appaltante*. La sostituzione del direttore di cantiere, del suo staff e delle maestranze di cui al comma 6 del presente articolo è sottoposta al benestare della *Stazione appaltante*, che può opporvisi; tale benestare s'intende accordato ove la *Stazione appaltante* non manifesti la propria opposizione nel termine di 5 (cinque) giorni dal ricevimento della relativa comunicazione. Ogni variazione della persona di cui al comma 3 del presente articolo deve essere accompagnata dal deposito presso la *Stazione appaltante* del nuovo atto di mandato.
10. L'*Appaltatore* è tenuto a eseguire la progettazione esecutiva delle strutture avvalendosi dei professionisti indicati e operando nella sede designata all'atto della partecipazione alla gara. Ogni variazione deve essere tempestivamente notificata alla *Stazione appaltante* e sottoposta al benestare di quest'ultima, che può opporvisi. Tale benestare s'intende accordato ove la *Stazione appaltante* non manifesti la propria opposizione nel termine di 5 (cinque) giorni dal ricevimento della relativa comunicazione.
11. L'*Appaltatore* è tenuto a provvedere all'organizzazione del cantiere e ad adottare le procedure e/o le modalità esecutive delle opere indicate nella propria offerta tecnica presentata in gara. L'impossibilità di procedervi o la necessità di variarle devono essere tempestivamente comunicate alla *Stazione appaltante* per essere sottoposte al vaglio di quest'ultima. La *Stazione appaltante* può negare il proprio benestare a modifiche dell'organizzazione del cantiere e/o delle procedure/modalità esecutive delle opere; il benestare s'intende comunque accordato ove essa non manifesti la propria opposizione nel termine di 5 (cinque) giorni dal ricevimento della relativa comunicazione.

Art. 11 Ordini di servizio. Riserve. Norme generali sui materiali e sull'esecuzione

1. Ai sensi dell'art. 152, comma 3, del *Regolamento di esecuzione*, l'ordine di servizio è l'atto mediante il quale sono impartite all'esecutore tutte le disposizioni e istruzioni da parte del R.U.P. ovvero della D.L.. L'ordine di servizio è redatto in due copie e comunicato all'esecutore che lo restituisce firmato per avvenuta conoscenza; qualora l'ordine di servizio sia impartito dalla D.L., deve essere vistato dal R.U.P.. L'esecutore è tenuto a uniformarsi alle disposizioni contenute negli ordini di servizio, fatte salve le facoltà di iscrivere le proprie riserve. In ogni caso, a pena di decadenza, le riserve sono iscritte nel registro di contabilità all'atto della firma immediatamente successiva all'ordine di servizio oggetto di riserve.
2. Ai sensi dell'art. 191, comma 1, del *Regolamento di esecuzione*, l'esecutore è sempre

tenuto a uniformarsi alle disposizioni della D.L. senza poter sospendere o ritardare il regolare sviluppo dei lavori, quale che sia la contestazione o la riserva che egli iscriva negli atti contabili. Ai sensi dell'art. 191, commi da 2 a 4, del *Regolamento di esecuzione*, le riserve sono iscritte a pena di decadenza sul primo atto dell'appalto idoneo a riceverle, successivo all'insorgenza o alla cessazione del fatto che ha determinato il pregiudizio dell'esecutore e in ogni caso, sempre a pena di decadenza, anche nel registro di contabilità all'atto della firma immediatamente successiva al verificarsi o al cessare del fatto pregiudizievole; le riserve non espressamente confermate sul conto finale si intendono abbandonate; le riserve devono essere formulate in modo specifico e indicare con precisione le ragioni sulle quali esse si fondano. In particolare, le riserve devono contenere a pena di inammissibilità la precisa quantificazione delle somme che l'esecutore ritiene gli siano dovute; la quantificazione della riserva è effettuata in via definitiva, senza possibilità di successive integrazioni o incrementi rispetto all'importo iscritto.

3. Nell'esecuzione di tutte le lavorazioni, le opere, le forniture, i componenti, anche relativamente a sistemi e subsistemi di impianti tecnologici oggetto dell'appalto, devono essere rispettate tutte le prescrizioni di legge e di regolamento in materia di qualità, provenienza e accettazione dei materiali e dei componenti, nonché, per quanto concerne la descrizione, i requisiti di prestazione e le modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro, tutte le indicazioni contenute o richiamate nel presente *Capitolato speciale d'appalto*, negli elaborati grafici del *progetto definitivo delle strutture* e nel *progetto definitivo architettonico/impiantistico* posti a base di gara e in quelli del *progetto esecutivo delle strutture* predisposto dall'Appaltatore e approvato dalla *Stazione appaltante*.
4. Per quanto riguarda l'accettazione, la qualità e l'impiego dei materiali, la loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano gli artt. 167 del *Regolamento di esecuzione* e 16 e 17 del *Capitolato generale*.

Art. 12 Convenzioni europee in materia di valuta e termini

1. Tutti gli atti predisposti dalla *Stazione appaltante*, per ogni valore in cifra assoluta, indicano la denominazione in euro.
2. Tutti gli atti predisposti dalla *Stazione appaltante* per ogni valore contenuto in cifra assoluta, ove non diversamente specificato, devono intendersi I.V.A. esclusa.
3. Tutti i termini di cui al presente *Capitolato speciale d'appalto*, se non diversamente stabilito nella singola disposizione, sono computati in conformità al Regolamento CEE 3 giugno 1971, n. 1182.

CAPO 3 TERMINI PER L'ESECUZIONE

Art. 13 Variazioni migliorative in sede di offerta

1. Sono ammesse variazioni migliorative al *progetto definitivo architettonico/impiantistico* posto a base di gara, ai sensi dell'art. 76 del *Codice dei contratti*, a condizione che non determinino una diversa ideazione dell'oggetto contrattuale tale da porsi come del tutto alternativo a quello voluto dalla *Stazione appaltante*.

2. I concorrenti possono proporre variazioni migliorative al *progetto definitivo architettonico/impiantistico* posto a base di gara che elevino gli standard qualitativi architettonici, impiantistici e di sicurezza garantendo un maggiore livello di coerenza e armonizzazione tra il progetto di recupero e rifunionalizzazione del piano dell'ex Archivio Comunale, Torre e facciata della Chiesa, posto a base di gara, e il progetto delle strutture per il quale è prevista la redazione, da parte *dell'Appaltatore*, del livello esecutivo. Tali varianti saranno oggetto di specifico esame in sede di valutazione dell'offerta.
3. Non sono ammesse proposte di variante che comportano nuove soluzioni sostanziali e/o richiedano l'attivazione di una nuova procedura di approvazione rispetto alla soluzione progettuale adottata dalla *Stazione appaltante*.
4. Gli offerenti devono dare conto delle ragioni che giustificano l'adattamento proposto e le variazioni alle indicazioni progettuali, dando prova che la miglioria presentata garantisca l'efficienza del progetto e soddisfi le esigenze della *Stazione appaltante* sottese alla variazione proposta.
5. Le eventuali migliorie presentate in sede di offerta devono avere un livello di definizione pari o superiore alla progettazione architettonica e impiantistica posta a base di gara.
6. La redazione di variazioni migliorative considerate ammissibili e accettate dalla Stazione appaltante in sede di valutazione dell'offerta comporta, ai fini della successiva approvazione, la rielaborazione a carico dell'*Appaltatore* del *progetto definitivo architettonico/impiantistico* posto a base di gara, nonché la predisposizione di elaborati esecutivi di integrazione e sintesi, tra questo e il *progetto esecutivo delle strutture*.
7. Le variazioni migliorative devono trovare copertura entro l'importo dei lavori posti a base di gara e, in nessun caso la loro progettazione, come anche la rielaborazione del progetto definitivo architettonico/impiantistico e la predisposizione di elaborati di integrazione e sintesi tra il progetto architettonico/impiantistico e quello delle strutture, darà diritto a compensi aggiuntivi rispetto al corrispettivo indicato dal concorrente in sede di offerta economica.

Art. 14 Verifica e approvazione del progetto esecutivo strutturale

1. Ai sensi dell'art. 169, comma 1, del *Regolamento di esecuzione*, dopo la stipula del contratto il R.U.P., con apposito ordine di servizio, intima all'*Appaltatore* di dare immediatamente inizio alla redazione del *progetto esecutivo delle strutture* e, nei casi di cui al precedente articolo, alla rielaborazione del *progetto definitivo architettonico/impiantistico* e alla predisposizione dei relativi elaborati di integrazione e sintesi.
2. Ai sensi dell'art. 169, comma 2, del *Regolamento di esecuzione*, qualora il progettista dell'esecutivo delle strutture ne ravvisi la necessità, l'affidatario, previa informazione al R.U.P. perché possa eventualmente disporre la presenza della D.L., provvede all'effettuazione di studi o indagini di maggior dettaglio o verifica rispetto a quelli utilizzati per la redazione del progetto definitivo posto a base di gara, senza che ciò comporti compenso aggiuntivo alcuno a favore dell'affidatario.
3. Ai sensi dell'art. 169, comma 3, del *Regolamento di esecuzione*, il *progetto esecutivo*

delle strutture non può contemplare alcuna variazione alla qualità e alle quantità delle lavorazioni previste nel progetto definitivo. Sono ammesse le variazioni qualitative e quantitative, contenute entro un importo non superiore al 5% (cinque per cento) per tutti i lavori delle categorie di lavoro dell'appalto, che non incidano su eventuali prescrizioni degli enti competenti e che non comportino un aumento dell'importo contrattuale.

4. Ai sensi dell'art. 24, comma 3, del *Regolamento di esecuzione*, la redazione del *progetto esecutivo delle strutture* e, nei casi di rielaborazione del *progetto definitivo architettonico/impiantistico* e la predisposizione di elaborati di integrazione e sintesi, devono avvenire nella sede indicata nell'offerta dall'*Appaltatore*.
5. Il *progetto esecutivo delle strutture*, completo in ogni sua parte, unitamente agli eventuali studi, indagini e verifiche supplementari, nonché, nei casi in cui vengano rielaborati il *progetto definitivo architettonico/impiantistico* e gli elaborati di integrazione e sintesi, questi devono essere consegnati alla *Stazione appaltante* entro il termine indicato dall'*Appaltatore* nella propria “offerta tempo pari a _____ giorni” naturali consecutivi dalla data di ricevimento del provvedimento di cui al comma 1 del presente articolo, termine che, in ogni caso, non deve essere superiore a 30 (trenta) giorni naturali e consecutivi dalla predetta data.
6. Ai sensi degli art. 112, comma 2, secondo periodo, del *Codice dei contratti* e 169, comma 9, del *Regolamento di esecuzione*, il *progetto esecutivo delle strutture*, redatto dall'*Appaltatore*, è sottoposto a verifica secondo quanto stabilito nella parte II, titolo II, capo II, del medesimo Regolamento, estendendo il contraddittorio al progettista che ha curato la redazione del *progetto definitivo delle strutture* posto a base di gara:
 - la *Stazione appaltante* comunicherà gli esiti della verifica del *progetto esecutivo delle strutture* entro 30 (trenta) giorni decorrenti dalla data di ricezione di tutti gli elaborati medesimi.
 - l'integrale adempimento a eventuali ulteriori prescrizioni dovrà comunque avvenire entro 10 (dieci) giorni dalla notifica da parte della *Stazione appaltante* all'*Appaltatore* delle stesse.
7. Nei casi in cui venga rielaborato il progetto definitivo architettonico/impiantistico e gli elaborati di integrazione e sintesi, questi sono altresì sottoposti a verifica, con le modalità e nei termini di cui al precedente comma 6, il *progetto definitivo architettonico/impiantistico* rielaborato in funzione delle varianti progettuali presentate dall'*Appaltatore* in sede di offerta, dichiarate ammissibili e accettate dalla *Stazione appaltante* e gli elaborati di integrazione e sintesi tra il progetto architettonico/impiantistico e quello delle strutture.
8. Ai sensi dell'art. 169, comma 5, primo periodo, del *Regolamento di esecuzione*, il *progetto esecutivo delle strutture* è approvato dalla *Stazione appaltante*, sentito il progettista del *progetto definitivo delle strutture*, entro 60 (sessanta) giorni dall'esito positivo della verifica di cui al comma 6 del presente articolo; l'avvenuta approvazione è comunicata tempestivamente all'*Appaltatore* a cura del R.U.P..
9. Sono altresì sottoposti ad approvazione, con le modalità e nei termini di cui al precedente comma 8, il *progetto definitivo architettonico/impiantistico* rielaborato in funzione delle varianti progettuali presentate dall'*Appaltatore* in sede di offerta, e gli elaborati di

integrazione e sintesi tra il progetto architettonico/impiantistico e quello delle strutture.

10. Qualora il *progetto esecutivo delle strutture* non sia ritenuto meritevole di approvazione si applica l'art. 17, commi 1 e 2, del presente *Capitolato speciale d'appalto*. In ogni altro caso di mancata approvazione del *progetto esecutivo delle strutture* si applica l'art. 17, commi 3 e 4, del medesimo *Capitolato speciale d'appalto*.
11. Ai sensi dell'art. 169, comma 4, del *Regolamento di esecuzione*, nel caso in cui si verifichi una delle ipotesi di cui all'art. 132, comma 1, lettere a), b), c) o d), del *Codice dei contratti*, ovvero nel caso di riscontrati errori od omissioni del *progetto definitivo delle strutture*, diversi da quelli di cui all'art. 119, comma 5, del Regolamento, le variazioni da apportarsi al *progetto esecutivo delle strutture* sono valutate in base ai prezzi contrattuali e, se del caso, a mezzo di formazione di nuovi prezzi, ricavati in base all'art. 163 del *Regolamento di esecuzione*.

La *Stazione appaltante* procede all'accertamento delle cause, condizioni e presupposti che hanno dato luogo alle variazioni nonché al concordamento dei nuovi prezzi.

Art. 15 Proroga del termine di consegna del progetto esecutivo delle strutture

1. Qualora per circostanze imprevedibili al momento della stipulazione del contratto e non addebitabili a colpevole responsabilità dell'Appaltatore, quest'ultimo si trovi nell'impossibilità di rispettare il termine di consegna del progetto esecutivo delle strutture, stabilito nel presente *Capitolato speciale d'appalto*, può avanzare al R.U.P. motivata richiesta di proroga con congruo anticipo e comunque almeno 15 (quindici) giorni prima della scadenza.
2. In deroga a quanto previsto al precedente comma 1, la richiesta può essere presentata anche qualora manchino meno di 15 (quindici) giorni alla scadenza del termine di cui al presente *Capitolato speciale d'appalto*, purché in data anteriore a tale scadenza, ove le cause che hanno determinato la richiesta si siano verificate successivamente; in tal caso la richiesta deve essere motivata anche in relazione alla specifica circostanza della sua tardività.
3. La proroga è concessa o negata con provvedimento scritto del R.U.P. entro 5 (cinque) giorni dal ricevimento della richiesta; nel caso di cui al precedente comma 2, il predetto termine è ridotto a 2 (due) giorni e comunque, qualora la proroga sia concessa formalmente dopo la scadenza del termine di cui all'art. 14, comma 6, del presente *Capitolato speciale d'appalto*, essa ha effetto retroattivo a partire da tale scadenza.
4. La mancata determinazione del R.U.P. entro i termini di cui al presente articolo costituisce rigetto della richiesta.
5. Le disposizioni del presente articolo si applicano anche con riferimento al progetto definitivo architettonico/impiantistico rielaborato in funzione delle varianti progettuali presentate dall'Appaltatore in sede di offerta e agli elaborati di integrazione e sintesi tra il progetto architettonico/impiantistico e quello delle strutture.

Art. 16 Penali in caso di ritardo nella progettazione esecutiva delle strutture

1. Ai sensi dell'art. 169, comma 5, ultimo periodo, del Regolamento di esecuzione, nel caso di mancato rispetto del termine per la consegna del *progetto esecutivo delle strutture*

previsto dal presente *Capitolato speciale d'appalto*, ovvero di ritardo nell'approvazione dovuto a deficienze in esso contenute, per ogni giorno naturale consecutivo di ritardo, viene applicata una penale nella misura prevista dall'art. 25, comma 1.

2. Resta ferma la facoltà per la *Stazione appaltante* di risolvere il contratto e pretendere il risarcimento del maggior danno, secondo quanto previsto all'art. 27 del presente *Capitolato speciale d'appalto*.
3. Si applicano, se e in quanto compatibili, le disposizioni di cui all'art. 25 del presente *Capitolato speciale d'appalto*.
4. Nei casi di cui all'art. 13 del presente Capitolato, le disposizioni del presente articolo si applicano anche con riferimento al *progetto definitivo architettonico/impiantistico* rielaborato in funzione delle varianti migliorative progettuali presentate dall'*Appaltatore* in sede di offerta e agli elaborati di integrazione e sintesi tra il progetto architettonico/impiantistico e quello strutturale.

Art. 17 Mancata approvazione del progetto esecutivo delle strutture

1. Ai sensi dell'art. 169, comma 6, del *Regolamento di esecuzione*, costituisce presupposto per l'avvio della procedura di risoluzione per grave inadempimento disciplinata all'art. 136, comma 1, del *Codice dei contratti*, che resta comunque applicabile in via residuale in ogni ulteriore ipotesi di grave inadempimento riferibile alla progettazione, la consegna di un *progetto esecutivo delle strutture* ritenuto dalla *Stazione appaltante* non meritevole di approvazione.

Non è meritevole di approvazione, a mero titolo esemplificativo, il progetto esecutivo delle strutture:

- che si discosti dalla progettazione posta a base di gara in modo da compromettere, anche parzialmente, le finalità dell'intervento, il suo costo o altri elementi significativi dello stesso progetto a base di gara;
 - che sia in contrasto con norme di legge o di regolamento o con altre norme tecniche di settore;
 - che non illustri compiutamente i lavori da eseguire o li illustri in modo non idoneo alla loro immediata esecuzione;
 - nel quale si riscontrino errori od omissioni progettuali come definite dal *Codice dei contratti*;
 - che, in ogni altro caso, comporti una sua attuazione in forma diversa o in tempi diversi rispetto a quanto previsto dal progetto posto a base di gara.
2. Nel caso di risoluzione disposta ai sensi del precedente comma, nulla è dovuto all'*Appaltatore* a titolo di indennizzo, corrispettivo o rimborso spese.
 3. Ai sensi dell'art. 169, comma 7, del *Regolamento di esecuzione*, in ogni altro caso di mancata approvazione del progetto esecutivo delle strutture, per cause non imputabili all'*Appaltatore*, la *Stazione appaltante* recede dal contratto e all'*Appaltatore* è riconosciuto unicamente quanto previsto dall'art. 157 del medesimo Regolamento in caso di accoglimento dell'istanza di recesso per ritardata consegna dei lavori.
 4. Con il pagamento di cui al precedente comma 3, la proprietà del progetto esecutivo delle strutture è acquisita dalla *Stazione appaltante*.

Art. 18 Consegna e inizio dei lavori

1. Ai sensi dell'art. 53, comma 5, del *Codice dei contratti*, l'esecuzione dei lavori ha inizio dopo l'approvazione, disciplinata all'art. 14 del presente *Capitolato speciale d'appalto*, del *progetto esecutivo delle strutture* e, nel caso in cui il *progetto definitivo architettonico/impiantistico* viene rielaborato in funzione delle varianti progettuali presentate dall'*Appaltatore* in sede di offerta e degli elaborati di integrazione e sintesi tra il progetto architettonico/impiantistico e quello delle strutture.
2. Ai sensi dell'art. 153, commi 1 e 2, del *Regolamento di esecuzione*, la consegna dei lavori viene autorizzata dal R.U.P. dopo che il contratto è divenuto efficace e deve avvenire non oltre 45 (quarantacinque) giorni dalla approvazione di cui al comma 1 del presente articolo.
3. Ai sensi dell'art. 153, comma 3, del *Regolamento di esecuzione*, la D.L. comunica all'*Appaltatore* il giorno e l'ora in cui deve presentarsi per la consegna dei lavori, i cui oneri restano interamente a suo carico. Ai sensi dell'art. 153, comma 7, del *Regolamento di esecuzione*, se nel giorno stabilito l'*Appaltatore* non si presenta a ricevere la consegna dei lavori, la D.L. fissa un nuovo termine perentorio, ma la decorrenza del termine contrattuale resta comunque ancorata alla data della prima convocazione. Decorso inutilmente l'anzidetto termine, è facoltà della *Stazione appaltante* risolvere il contratto e incamerare la cauzione definitiva. Qualora sia indetta una nuova procedura per l'affidamento dei lavori, l'aggiudicatario è escluso dalla partecipazione in quanto l'inadempimento è considerato grave negligenza accertata dalla *Stazione appaltante*.
4. Ai sensi degli artt. 153, comma 6, e 154 del *Regolamento di esecuzione*, la consegna dei lavori deve risultare da apposito verbale redatto in contraddittorio con l'esecutore.
5. È altresì facoltà della *Stazione appaltante* procedere alla consegna frazionata senza che l'*Appaltatore* possa pretendere indennità o risarcimenti di sorta; in tal caso si provvede ogni volta alla compilazione di un verbale di consegna parziale.
6. Le disposizioni sulla consegna si applicano anche alle eventuali singole consegne frazionate successive, dovute a temporanea indisponibilità di aree dell'immobile; in tal caso si provvede ogni volta alla compilazione di un verbale di consegna provvisorio e l'ultimo di questi costituisce verbale di consegna definitivo anche ai fini del computo dei termini per l'esecuzione, se non diversamente determinati.
7. L'*Appaltatore* deve trasmettere alla *Stazione appaltante*, prima dell'inizio dei lavori, la documentazione di avvenuta denuncia di inizio lavori effettuata agli enti previdenziali, assicurativi e antinfortunistici, inclusa la Cassa edile ove dovuta; la *Stazione appaltante* acquisisce il DURC in occasione di ciascun pagamento in acconto o a saldo, in relazione anche alle eventuali imprese subappaltatrici che abbiano personale dipendente.
8. Nel caso di consegne frazionate si applicano i commi precedenti salvo che per il computo dei termini di esecuzione che decorrono dal primo verbale di consegna.

Art. 19 Termini per l'ultimazione delle prestazioni e dei lavori

1. Il tempo utile per ultimare tutti i lavori compresi nell'appalto, ai sensi dell'art. 159 comma 11 del *Regolamento di esecuzione*, è fissato per un numero di giorni naturali e consecutivi

pari a n. 300, decorrenti dalla data del verbale di consegna lavori, o diversamente dalla data della prima convocazione per tale consegna, in caso di mancata presentazione dell'*Appaltatore* pur ritualmente preavvertito. L'*Appaltatore*, nella propria "offerta tempo", può indicare per l'esecuzione dell'appalto un numero di _____ giorni naturali e consecutivi, inferiore a quelli previsti nel Cronoprogramma.

2. Nel calcolo del tempo contrattuale si è tenuto conto di un periodo di normale andamento stagionale sfavorevole e tiene già conto dei periodi di ferie, delle festività, degli orari di lavoro di categoria.
3. I lavori dovranno essere svolti con continuità e progressione nel rispetto del *cronoprogramma* fino della fine dei lavori, previo certificato di collaudo o certificato di regolare esecuzione, riferito alla sola parte funzionale delle opere.
4. Ai sensi dell'art. 43, comma 11, del *Regolamento di esecuzione*, nel caso di sospensione o di ritardo dei lavori per fatti imputabili all'esecutore, resta fermo lo sviluppo esecutivo risultante dal *cronoprogramma* di cui al presente *Capitolato speciale d'appalto*.
5. Fuori dai casi di cui agli artt. 23 e 24 del presente *Capitolato speciale d'appalto*, il termine per l'ultimazione dei lavori può essere interrotto nel periodo di ferie estive con interruzioni disposte con verbale di sospensione (parziale o totale) e di ripresa lavori a firma della D.L. La sospensione dei termini di cui al presente comma, concordata contrattualmente, non costituisce sospensione ai sensi dell'art. 133 del *Regolamento di esecuzione* né degli artt. 24 e 25 del *Capitolato generale* e non dà diritto all'*Appaltatore* di richiedere compenso o indennizzo di sorta né protrazione di termini contrattuali oltre quelli stabiliti.
6. Ai sensi dell'art. 159, comma 12, del *Regolamento di esecuzione*, l'ultimazione dei lavori, appena avvenuta, è comunicata dall'esecutore per iscritto alla D.L., il quale procede subito alle necessarie constatazioni in contraddittorio.
7. Ai sensi dell'art. 159, comma 13, del *Regolamento di esecuzione*, l'esecutore non ha diritto allo scioglimento del contratto né ad alcuna indennità qualora i lavori, per qualsiasi causa non imputabile alla *Stazione appaltante*, non siano ultimati nel termine contrattuale e qualunque sia il maggior tempo impiegato.

Art. 20 Cronoprogramma

e Programma esecutivo dettagliato dei lavori dell'Appaltatore

1. Ai sensi dell'art. 40, commi 1 e 2, del *Regolamento di esecuzione*, l'*Appaltatore*, a corredo del *progetto esecutivo delle strutture*, è tenuto a presentare il relativo cronoprogramma, elaborato in coerenza con quello allegato al *progetto definitivo architettonico/impiantistico* posto a base di gara che prevede una durata complessiva dei lavori pari a **300 giorni, naturali e consecutivi**, a partire dalla data di consegna definitiva dei lavori. Questo va redatto come *cronoprogramma unitario*, riguardante sia gli aspetti architettonico/impiantistici che gli aspetti strutturali dell'intervento, ed è composto da un diagramma che rappresenta graficamente la pianificazione delle lavorazioni gestibili autonomamente, nei suoi principali aspetti dal punto di vista della sequenza logica, dei tempi e dei costi.
2. Ai sensi dell'art. 43, comma 10, primo periodo, del *Regolamento di esecuzione*,

l'Appaltatore ha l'obbligo di predisporre e consegnare alla D.L., entro 30 (trenta) giorni dalla data di approvazione del *progetto esecutivo delle strutture* e comunque prima dell'inizio dei lavori, un Programma esecutivo dettagliato nel quale sono riportate per ogni lavorazione, in ragione delle proprie scelte imprenditoriali e della propria organizzazione lavorativa, le previsioni circa il periodo di esecuzione nonché l'ammontare presunto, parziale e progressivo.

3. Il Programma esecutivo dettagliato dovrà essere articolato in scala temporale giornaliera e in funzione dei termini utili per l'ultimazione dei lavori, in coerenza e nel rispetto sia del *cronoprogramma unitario* di cui al precedente comma 1 che dell'offerta tempo presentata dallo stesso *Appaltatore*. Esso dovrà essere redatto tenendo conto dei vincoli e delle condizioni che derivano, per lo svolgimento dei lavori, da quanto previsto dal *progetto definitivo architettonico/impiantistico*, dal *progetto esecutivo delle strutture* e da quanto stabilito con il presente *Capitolato speciale d'appalto*.
4. La D.L., entro 10 (dieci) giorni dalla presentazione del Programma esecutivo dettagliato, ne effettuerà la verifica, sia con riferimento alla coerenza con il *cronoprogramma unitario* del progetto definitivo architettonico/impiantistico e del progetto esecutivo delle strutture, sia con riferimento all'offerta tempo. Verificherà inoltre l'adeguatezza delle risorse e delle stime di durata e la conseguente congruenza della valorizzazione economica, comunicherà l'esito della stessa (approvazione o richiesta di modifica) all'*Appaltatore*.
5. Trascorso il predetto termine senza che la D.L. si sia pronunciata, il Programma esecutivo dettagliato si intende accettato, fatte salve palesi illogicità o indicazioni erronee incompatibili con il rispetto del termine contrattuale di ultimazione dei lavori.
6. In caso di richiesta di modifica, l'*Appaltatore* dovrà provvedere entro 5 (cinque) giorni ad apportare le eventuali modifiche richieste.
7. Una volta emesso nella sua versione finale e approvato dalla D.L., previa intesa con il R.U.P., il Programma esecutivo dettagliato approvato costituirà il riferimento da seguire per tutta la durata dell'appalto, salvo eventuali riprogrammazioni che si rendessero necessarie, purché preventivamente autorizzate, nelle forme previste dalla normativa, dalla D.L..
8. Qualora la D.L., durante l'esecuzione delle opere, riscontrasse carenza di attrezzature, mezzi e manodopera rispetto a quanto previsto nel Programma esecutivo dettagliato, che possano incidere negativamente sull'andamento dei lavori, segnalerà detta circostanza con apposito ordine di servizio, in conseguenza del quale l'*Appaltatore* è tenuto a disporre immediata azione correttiva.
9. Fermo restando il termine finale per l'esecuzione dei lavori, il Programma esecutivo dettagliato predisposto dall'*Appaltatore* può essere modificato o integrato dalla *Stazione appaltante*, mediante ordine di servizio, ogni qual volta sia necessario alla miglior esecuzione dei lavori e in particolare:
 - per l'intervento o il coordinamento con autorità, enti o altri soggetti diversi dalla Stazione appaltante, che abbiano giurisdizione, competenze o responsabilità di tutela sugli immobili, i siti e le aree comunque interessate dal cantiere;
 - per la necessità o l'opportunità di eseguire prove sui campioni, prove di carico e

di tenuta e funzionamento degli impianti, nonché collaudi parziali o specifici;

- qualora sia richiesto dal Coordinatore per la sicurezza e la salute nel cantiere, in ottemperanza all'art. 92, comma 1, del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81. In ogni caso il Programma esecutivo dettagliato deve essere coerente con il piano di sicurezza e di coordinamento del cantiere, eventualmente integrato e aggiornato.

Art. 21 Aggiornamento del Programma esecutivo dettagliato dei lavori dell'Appaltatore

1. L'*Appaltatore* emetterà, con cadenza bimestrale, il Programma esecutivo dettagliato aggiornato alla data corrente, in base all'avanzamento dei lavori, entro i successivi 5 (cinque) giorni naturali consecutivi del bimestre di riferimento.
2. La D.L., entro 5 (cinque) giorni dalla presentazione del Programma esecutivo dettagliato aggiornato alla data corrente, ne effettuerà la verifica, sia con riferimento alla coerenza con il Programma esecutivo dettagliato approvato, sia con riferimento alla adeguatezza delle risorse, delle stime di durata e dei prezzi e comunicherà l'esito della stessa (approvazione o richiesta di modifica) all'*Appaltatore*. Quest'ultimo dovrà provvedere entro 5 (cinque) giorni ad apportare le eventuali modifiche richieste.
3. Ogni bimestre sarà effettuato un contraddittorio tra la D.L. e l'*Appaltatore* per confrontare l'avanzamento dei lavori con il Programma esecutivo dettagliato approvato.
4. Il riscontro, in occasione della verifica bimestrale, di eventuali ritardi nella produzione, comporterà l'obbligo per l'*Appaltatore* di presentare le proprie giustificazioni entro il termine di 5 giorni dalla data della verifica, con la riprevisione degli incrementi operativi, di attrezzature, mezzi d'opera e turni di manodopera necessari per conseguire il recupero del ritardo nel periodo successivo, al fine di rispettare i termini utili contrattuali e a indicare la nuova programmazione temporale bimestrale.
5. In occasione della verifica bimestrale l'*Appaltatore* è tenuto a presentare al Coordinatore per l'esecuzione dei lavori le proprie proposte di modificazioni o integrazioni al Piano di sicurezza conseguenti alla suddetta riorganizzazione.
6. Qualora il rapporto tra l'importo totale contabilizzato e quello programmato nel bimestre in esame risultasse inferiore a 0,50 in occasione di due verifiche in contraddittorio successive, la *Stazione appaltante* potrà risolvere il Contratto con le modalità previste al successivo art. 27.
7. Le riprogrammazioni del Programma esecutivo dettagliato, una volta approvate dalla D.L., costituiranno il nuovo riferimento per il controllo dei lavori.
8. Inoltre, alla fine di ogni settimana lavorativa, l'*Appaltatore* dovrà fornire il Programma di dettaglio delle lavorazioni che eseguirà nella settimana successiva.
9. Per ogni lavorazione dovranno essere indicate tutte le prove prescritte dal *Contratto* e dalle norme di legge.

Art. 22 Proroghe del termine di ultimazione dei lavori

1. L'*Appaltatore*, qualora per causa a esso non imputabile non sia in grado di ultimare i lavori nel termine contrattuale di cui all'art. 19 del presente *Capitolato speciale d'appalto*,

può chiedere una proroga, presentando ai sensi dell'art. 159, commi 8 e 9, del *Regolamento di esecuzione*, apposita richiesta motivata con congruo anticipo e comunque almeno 45 (quarantacinque) giorni prima della scadenza di cui all'art. 19 di cui al presente *Capitolato speciale d'appalto*.

2. In deroga a quanto previsto al comma 1, la richiesta può essere presentata anche qualora manchino meno di 45 giorni alla scadenza del termine di cui al citato art. 19, comunque prima di tale scadenza, qualora le cause che hanno determinato la richiesta si siano verificate posteriormente; in questo caso la richiesta deve essere motivata anche in relazione alla specifica circostanza della tardività.
3. La richiesta è presentata alla D.L., il quale la trasmette tempestivamente al R.U.P., corredata dal proprio parere; qualora la richiesta sia presentata direttamente al R.U.P., questi acquisisce tempestivamente il parere della D.L..
4. Ai sensi dell'art. 15, comma 10, del *Regolamento di esecuzione*, la proroga è concessa o negata con provvedimento scritto del R.U.P. entro 30 (trenta) giorni dal ricevimento della richiesta; il R.U.P. può prescindere dal parere della D.L. qualora questi non si esprima entro 10 (dieci) giorni e può discostarsi dallo stesso parere; nel provvedimento è riportato il parere della D.L. qualora questo sia diffidente dalle conclusioni del R.U.P.
5. Nei casi di cui al comma 2 i termini di 30 (trenta) giorni e di 10 (dieci) giorni di cui al comma 4 sono ridotti rispettivamente a 10 (dieci) giorni e a 3 (tre) giorni; negli stessi casi, qualora la proroga sia concessa formalmente dopo la scadenza del termine di cui all'art. 19, essa ha effetto retroattivo a partire da tale ultimo termine.
6. La mancata determinazione del R.U.P. entro i termini di cui al presente articolo costituisce rigetto della richiesta.
7. Trova altresì applicazione l'art. 159 del *Regolamento di esecuzione*.

Art. 23 Sospensioni ordinate dalla D.L.

1. Qualora circostanze speciali, cause di forza maggiore o condizioni climatiche avverse impediscano in via temporanea che i lavori procedano utilmente a regola d'arte, la D.L. di propria iniziativa o su segnalazione dell'*Appaltatore* ordina la sospensione dei lavori, ai sensi degli artt. 158 e 159 del *Regolamento di esecuzione*, redigendo apposito verbale sentito l'*Appaltatore*.
2. Ai sensi dell'art. 159, comma 2, del *Regolamento di esecuzione*, tra le circostanze speciali di cui al comma 1 del presente articolo rientrano le situazioni che determinano la necessità di procedere alla redazione di una variante in corso d'opera nei casi previsti dall'art. 132, comma 1, lettere a), b), c) e d), del *Codice dei contratti*; nelle due ultime ipotesi menzionate, la sospensione deve però dipendere da fatti imprevedibili al momento della stipulazione del contratto.
3. Ai sensi dell'art. 158, commi 3 e 4, del *Regolamento di esecuzione*, il verbale di sospensione deve contenere:
 - le ragioni che hanno determinato l'interruzione dei lavori;
 - l'indicazione dello stato di avanzamento dei lavori;
 - l'indicazione delle opere la cui esecuzione rimane interrotta e delle cautele adottate affinché alla ripresa le stesse possano essere continuate e ultimate senza eccessivi

oneri;

- la consistenza della forza lavoro e dei mezzi d'opera esistenti in cantiere al momento della sospensione.
4. Ai sensi dell'art. 158, comma 3, del Regolamento di esecuzione, il verbale di sospensione redatto dalla D.L. e controfirmato dall'Appaltatore è inoltrato al R.U.P. entro 5 (cinque) giorni dalla sua redazione; qualora il R.U.P. non si pronunci entro 5 (cinque) giorni dal ricevimento, il verbale si dà per riconosciuto e accettato dalla Stazione appaltante.
 5. Ai sensi dell'art. 158, comma 8, ultimo periodo, del *Regolamento di esecuzione*, qualora l'Appaltatore non intervenga alla firma del verbale di sospensione o rifiuti di sottoscriverlo, si procede a norma dell'art. 190 del medesimo Regolamento.
 6. La sospensione opera dalla data di redazione del verbale, accettato dal R.U.P. o sul quale si sia formata l'accettazione tacita a norma del precedente comma 4. Non possono essere riconosciute sospensioni, e i relativi verbali non hanno alcuna efficacia, in assenza di adeguate motivazioni o quando le motivazioni fornite non siano riconosciute adeguate dal R.U.P.
 7. Ai sensi dell'art. 158, comma 6, del *Regolamento di esecuzione*, la D.L. dispone, nel corso della sospensione, visite al cantiere a intervalli di tempo non superiori a 90 (novanta) giorni, accertando le condizioni delle opere e la consistenza della manodopera e dei macchinari eventualmente presenti e impartendo, ove occorra, le necessarie disposizioni al fine di contenere macchinari e manodopera nella misura strettamente necessaria a evitare danni alle opere già eseguite e facilitare la ripresa dei lavori.
 8. Ai sensi dell'art. 159, comma 1, del *Regolamento di esecuzione*, la sospensione permane per il tempo strettamente necessario a far cessare le cause che hanno imposto l'interruzione della esecuzione dell'appalto.
 9. Ai sensi dell'art. 158, comma 6, del *Regolamento di esecuzione*, non appena cessate le cause della sospensione, la D.L. redige il verbale di ripresa che, oltre a richiamare il precedente verbale di sospensione, deve indicare i giorni di effettiva sospensione e il conseguente nuovo termine contrattuale dei lavori differito di un numero di giorni pari alla durata della sospensione.
Ai sensi dell'art. 158, comma 6, del *Regolamento di esecuzione*, il verbale di ripresa dei lavori redatto dalla D.L. e controfirmato dall'Appaltatore è trasmesso al R.U.P. e dispiega efficacia dalla data della sua redazione; al verbale di ripresa dei lavori si applicano le disposizioni di cui ai commi 4 e 5 del presente articolo.
 10. Ai sensi dell'art. 159, comma 5, del *Regolamento di esecuzione*, per le sospensioni di cui al presente articolo non spetta all'Appaltatore alcun compenso o indennizzo.
 11. Ai sensi dell'art. 159, comma 6, del *Regolamento di esecuzione*, salvo che la sospensione sia dovuta a cause attribuibili all'esecutore, la sua durata non è calcolata nel tempo fissato dal contratto per l'esecuzione dei lavori.
 12. Le disposizioni di cui ai commi 1, 2 e 11 del presente articolo si applicano anche alla sospensione parziale e alle ripresa parziale che abbiano per oggetto parti determinate dei lavori, da indicare nei relativi verbali. In tal caso, ai sensi dell'art. 158, comma 7, del *Regolamento di esecuzione*, l'Appaltatore è tenuto a proseguire le parti di lavoro eseguibili, mentre si provvede alla sospensione parziale dei soli lavori non eseguibili in

conseguenza dei sopravvenuti impedimenti. Ai sensi dell'art. 159, comma 7, del *Regolamento di esecuzione*, nell'eventualità di sospensione parziale, il differimento dei termini contrattuali è pari a un numero di giorni costituito dal prodotto dei giorni di sospensione per il rapporto tra l'ammontare dei lavori sospesi e l'importo totale dei lavori previsto nello stesso periodo secondo il cronoprogramma di cui all'art. 40 del medesimo *Regolamento di esecuzione*.

13. Ai sensi dell'art. 159, comma 3, del *Regolamento di esecuzione*, l'esecutore che ritenga cessate le cause che hanno determinato la sospensione temporanea dei lavori ai sensi dei commi 1 e 2 del presente articolo, senza che la *Stazione appaltante* abbia disposto la ripresa dei lavori stessi, può diffidare per iscritto il R.U.P. a dare le necessarie disposizioni alla D.L. perché provveda a quanto necessario alla ripresa. La diffida ai sensi del presente comma è condizione necessaria per poter iscrivere riserva all'atto della ripresa dei lavori, qualora l'esecutore intenda far valere l'illegittima maggiore durata della sospensione.

Art. 24 Sospensioni ordinate dal R.U.P.

1. Ai sensi dell'art. 158, comma 2, del *Regolamento di esecuzione*, il R.U.P. può ordinare la sospensione dei lavori per cause di pubblico interesse o particolare necessità;
2. Ai sensi dell'art. 159, comma 4, primo periodo, del *Regolamento di esecuzione*, lo stesso R.U.P. determina il momento in cui sono venute meno le ragioni di pubblico interesse o di particolare necessità che lo hanno indotto a ordinare la sospendere i lavori ed emette l'ordine di ripresa, trasmesso tempestivamente all'*Appaltatore* e alla D.L..
3. Ai sensi dell'art. 159, comma 4, secondo periodo, del *Regolamento di esecuzione*, qualora la sospensione, o le sospensioni se più di una, durino per un periodo di tempo superiore a un quarto della durata complessiva prevista per l'esecuzione dei lavori, o comunque quando superino complessivamente 6 (sei) mesi, l'*Appaltatore* può richiedere lo scioglimento del contratto senza indennità; la *Stazione appaltante* può opporsi allo scioglimento del contratto, ma in tal caso, riconosce al medesimo la rifusione dei maggiori oneri derivanti dal prolungamento della sospensione oltre i termini suddetti.
4. Ai sensi dell'art. 159, comma 5, del *Regolamento di esecuzione*, per le sospensioni di cui al presente articolo non spetta all'*Appaltatore* alcun compenso o indennizzo, salvo quanto previsto al precedente comma 3, ultima parte.
5. Per quanto non diversamente disposto dal presente articolo, agli ordini di sospensione e di ripresa emessi dal R.U.P. si applicano, se e in quanto compatibili, le disposizioni contenute nell'art. 23 del presente *Capitolato speciale d'appalto*.

Art. 25 Penali in caso di ritardo nell'esecuzione dei lavori

1. Ai sensi dell'art. 145, comma 3, del *Regolamento di esecuzione*, nel caso di mancato rispetto del termine stabilito per l'ultimazione dei lavori, per ogni giorno naturale consecutivo di ritardo viene applicata una penale pari allo 0,3‰ (zero virgola tre per mille) dell'importo netto contrattuale come determinato a seguito dell'aggiudicazione definitiva.
2. In relazione all'esecuzione della prestazione articolata su più parti frazionate, previste nel

progetto definitivo architettonico/impiantistico ed esecutivo delle strutture, nel caso di ritardo rispetto ai termini di una o più d'una di tali parti la penale di cui al comma precedente si applica agli importi relativi ai suddetti termini.

3. La penale, nella stessa misura percentuale di cui al comma 1, trova applicazione anche in caso di ritardo:
 - nell'inizio dei lavori rispetto alla data fissata dalla D.L. per la consegna degli stessi, qualora la Stazione appaltante non si avvalga della facoltà di cui all'art. 18, comma 3;
 - nella ripresa dei lavori seguente un verbale di sospensione, rispetto alla data fissata dalla D.L.;
 - nel rispetto dei termini imposti dalla D.L. per il ripristino di lavori non accettabili o danneggiati.
 - nel rispetto delle soglie temporali fissate a tale scopo nel cronoprogramma dei lavori.
4. La penale irrogata ai sensi del comma 3, lettera a), è disapplicata e, se già addebitata, è restituita, qualora l'Appaltatore, in seguito all'andamento imposto ai lavori, rispetti la prima soglia temporale successiva fissata nel programma dei lavori di cui all'art. 20.
5. La penale di cui al comma 3, lettere b) e d), è applicata all'importo dei lavori ancora da eseguire; la penale di cui al comma 2, lettera c) è applicata all'importo dei lavori di ripristino o di nuova esecuzione ordinati per rimediare a quelli non accettabili o danneggiati.
6. Ai fini dell'applicazione della penale di cui innanzi, non sarà tenuto conto degli eventuali ritardi dovuti a sospensione dei lavori se ordinata dalla D.L., limitatamente ai periodi di sospensione stessa e ai lavori cui la sospensione si riferisce, così come non sarà tenuto conto dei ritardi verificatisi per cause di forza maggiore, qualora dette circostanze siano prontamente segnalate per iscritto all'atto del loro verificarsi alla *Stazione Appaltante* e alla D.L., e da essi ritenute valide.
7. Tutte le penali di cui al presente articolo sono contabilizzate in detrazione in occasione del pagamento immediatamente successivo al verificarsi della relativa condizione di ritardo.
8. L'importo complessivo delle penali irrogate ai sensi del presente *Capitolato speciale d'appalto* non può superare il 10% (dieci per cento) dell'importo netto contrattuale; qualora i ritardi siano tali da comportare una penale di importo superiore alla predetta percentuale trova applicazione l'art. 27, in materia di risoluzione del contratto.
9. L'applicazione delle penali di cui al presente articolo non pregiudica il risarcimento di eventuali danni o ulteriori oneri sostenuti dalla *Stazione appaltante* a causa dei ritardi.

Art. 26 Inderogabilità dei termini di esecuzione di progettazione ed esecuzione

1. Non costituiscono motivo di proroga dell'inizio dell'attività di progettazione esecutiva delle strutture o di consegna del *progetto esecutivo delle strutture*:
 - la necessità di rilievi, indagini, sondaggi, accertamenti o altri adempimenti simili, che l'*Appaltatore* ritenesse di dover effettuare per procedere alla progettazione esecutiva delle strutture;
 - le eventuali controversie tra l'*Appaltatore* e i progettisti che devono redigere o redigono il *progetto esecutivo delle strutture*.

2. Non costituiscono motivo di differimento dell'inizio dei lavori, della loro mancata regolare o continuativa conduzione secondo il relativo Programma esecutivo dettagliato o della loro ritardata ultimazione:
- il ritardo nell'installazione del cantiere e nell'allacciamento alle reti tecnologiche necessarie al suo funzionamento, per l'approvvigionamento dell'energia elettrica e dell'acqua;
 - l'adempimento di prescrizioni, o il rimedio a inconvenienti o infrazioni riscontrate dalla D.L. o dagli organi di vigilanza in materia sanitaria e di sicurezza, ivi compreso il Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, se nominato;
 - l'esecuzione di accertamenti integrativi che l'*Appaltatore* ritenesse di dover effettuare per la esecuzione delle opere di fondazione, delle strutture e degli impianti, salvo che siano ordinati dalla D.L. o espressamente approvati da questa;
 - il tempo necessario per l'esecuzione di prove sui campioni, sondaggi, analisi e altre prove assimilabili;
 - il tempo necessario per l'espletamento degli adempimenti a carico dell'*Appaltatore* comunque previsti dal presente *Capitolato speciale d'appalto*;
 - le eventuali controversie tra l'*Appaltatore* e i fornitori, subappaltatori, affidatari, altri incaricati dall'*Appaltatore* né i ritardi o gli inadempimenti degli stessi soggetti;
 - le eventuali vertenze a carattere aziendale tra l'*Appaltatore* e il proprio personale dipendente;
 - le sospensioni disposte dalla *Stazione appaltante*, dalla D.L., dal Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione o dal R.U.P. per inosservanza delle misure di sicurezza dei lavoratori nel cantiere o inosservanza degli obblighi retributivi, contributivi, previdenziali o assistenziali nei confronti dei lavoratori impiegati nel cantiere;
 - le sospensioni disposte dal personale ispettivo del Ministero del Lavoro e della previdenza sociale in relazione alla presenza di personale non risultante dalle scritture o da altra documentazione obbligatoria o in caso di reiterate violazioni della disciplina in materia di superamento dei tempi di lavoro, di riposo giornaliero e settimanale, ai sensi dell'art. 36-bis, comma 1, del decreto legge 4 luglio 2006, n. 223.
3. Non costituiscono altresì motivo di differimento dell'inizio dei lavori, della loro mancata regolare o continuativa conduzione secondo il relativo programma o della loro ritardata ultimazione i ritardi o gli inadempimenti di ditte, imprese, fornitori, tecnici o altri, titolari di rapporti contrattuali con la *Stazione appaltante*, se l'*Appaltatore* non abbia tempestivamente denunciato per iscritto alla *Stazione appaltante* medesima le cause imputabili a dette ditte, imprese o fornitori o tecnici.
4. Le cause di cui ai commi precedenti non possono costituire motivo per la richiesta di proroghe di cui agli artt. 15 e 22, di sospensione dei lavori di cui all'art. 22, per la disapplicazione delle penali di cui agli art. 16 e 25, né per l'eventuale risoluzione del Contratto ai sensi dell'art. 27 del presente *Capitolato speciale d'appalto*.

Art. 27 Risoluzione del contratto per mancato rispetto dei termini

1. L'eventuale ritardo imputabile all'*Appaltatore* rispetto al termine per la consegna del *progetto esecutivo delle strutture* indicato all'art. 14, comma 5, del presente *Capitolato speciale d'appalto* ed eventualmente prorogato ai sensi dell'art. 15 del medesimo *Capitolato*, superiore a 30 (trenta) giorni naturali consecutivi, produce la risoluzione del contratto secondo quanto stabilito dall'art. 136, commi 4 e seguenti, del *Codice dei contratti*.
2. L'eventuale ritardo imputabile all'*Appaltatore* rispetto al termine per l'ultimazione dei lavori, indicato all'art. 19 del presente *Capitolato speciale d'appalto* ed eventualmente prorogato nei termini previsti dal medesimo *Capitolato*, superiore a 60 (sessanta) giorni naturali consecutivi produce la risoluzione del contratto secondo quanto stabilito dall'art. 136, commi 4 e seguenti, del *Codice dei contratti*.
3. La risoluzione del contratto in forza dei precedenti commi 1 e 2 è deliberata dalla *Stazione appaltante*, su proposta del R.U.P., qualora permanga l'inadempimento dell'*Appaltatore* dopo la sua formale messa in mora, con assegnazione, da parte della D.L., di un termine per provvedere non inferiore, salvo i casi di urgenza, a 10 (dieci) giorni per compiere i lavori in ritardo; tale termine decorre dal ricevimento della relativa comunicazione da parte dell'*Appaltatore*.
4. Nel caso di risoluzione del contratto, la penale di cui all'art. 25, comma 1, è computata sul periodo determinato sommando il ritardo accumulato dall'*Appaltatore* rispetto al Programma esecutivo dettagliato dei lavori e il termine assegnato dalla D.L. per compiere i lavori con la messa in mora di cui al comma 3 del presente articolo.
5. Ferma restando l'applicazione delle penali, l'*Appaltatore* è tenuto al risarcimento dell'eventuale maggior danno. Per il risarcimento di tali danni la *Stazione appaltante* può trattenere qualunque somma maturata a credito dell'*Appaltatore* in ragione dei lavori eseguiti nonché rivalersi sulla garanzia fideiussoria.
6. Sono dovuti dall'*Appaltatore* i danni subiti dalla *Stazione appaltante* in seguito alla risoluzione del contratto, comprese le eventuali maggiori spese connesse al completamento dei lavori affidato a terzi. Per il risarcimento di tali danni la *Stazione appaltante* può trattenere qualunque somma maturata a credito dell'*Appaltatore* in ragione dei lavori eseguiti nonché rivalersi sulla garanzia fideiussoria.
7. Esperita infruttuosamente la procedura di cui al precedente comma 1, la *Stazione appaltante* può procedere d'ufficio in danno dell'*Appaltatore* ai sensi dell'art. 146 del *Regolamento di esecuzione*.

CAPO 4 DISCIPLINA ECONOMICA

Art. 28 Anticipazione

1. In deroga ai vigenti divieti di anticipazione del prezzo, ai sensi dell'art. 26-ter del decreto legge 21 giugno 2013, n. 69, convertito con modifiche nella legge 9 agosto 2013 n. 98, è prevista in favore dell'*Appaltatore* la corresponsione di un'anticipazione pari al 10% (dieci per cento) dell'importo contrattuale.

2. Ai sensi dell'art. 140 comma 2 del *Regolamento di esecuzione*, la *Stazione Appaltante* eroga all'*Appaltatore* l'anticipazione di cui al precedente comma 1 entro 15 (quindici) giorni dalla data di effettivo inizio dei lavori, accertata dal R.U.P.. La ritardata corresponsione dell'anticipazione obbliga al pagamento degli interessi corrispettivi a norma dell'art. 1282 del Codice civile.
3. Ai sensi dell'art. 124, comma 1, del *Regolamento di esecuzione*, l'erogazione dell'anticipazione è subordinata alla costituzione di garanzia fideiussoria bancaria o assicurativa di importo pari all'anticipazione, maggiorato del tasso di interesse legale applicato al periodo necessario al recupero dell'anticipazione stessa secondo il cronoprogramma dei lavori.
4. Ai sensi dell'art. 124 comma 2 del *Regolamento di esecuzione*, l'importo della garanzia è gradualmente e automaticamente ridotto nel corso dei lavori, in rapporto al progressivo recupero dell'anticipazione da parte della *Stazione appaltante*.
5. Ai sensi dell'art. 140, comma 3, del *Regolamento di esecuzione*, l'*Appaltatore* decade dall'anticipazione se l'esecuzione dei lavori non procede secondo i tempi contrattuali e, sulle somme restituite, sono dovuti gli interessi corrispettivi al tasso legale con decorrenza dalla data di erogazione dell'anticipazione.

Art. 29 Pagamento del corrispettivo per la redazione del progetto esecutivo delle strutture

1. Ai sensi dell'articolo 168, comma 9, del d.P.R. n. 207 del 2010, la *Stazione appaltante* provvede al pagamento del corrispettivo contrattuale per la progettazione esecutiva entro **60 (sessanta) giorni** dalla consegna dei lavori;
2. Il pagamento di cui al comma 1 è subordinato in ogni caso alla regolare approvazione della progettazione esecutiva redatta a cura dell'appaltatore da parte della Stazione appaltante. Il pagamento è inoltre subordinato all'effettiva erogazione da parte della Regione Campania delle anticipazioni di spesa a valere sulle risorse del POR FESR Campania 2007/2013. Il pagamento è inoltre subordinato e, anche dopo la sua erogazione, resta subordinato al mancato verificarsi di errori od omissioni progettuali.
3. Se la progettazione è eseguita da progettisti dipendenti dell'appaltatore o facenti parte del suo staff tecnico ai sensi dell'articolo 79, comma 7, del d.P.R. n. 207 del 2010, il pagamento del corrispettivo di cui al comma 1 è effettuato a favore dell'appaltatore;
4. Sul corrispettivo della progettazione esecutiva non è prevista alcuna ritenuta di garanzia.
5. Se la progettazione è eseguita da progettisti non dipendenti dell'appaltatore, comunque non facenti parte del suo staff tecnico ai sensi dell'articolo 79, comma 7, del d.P.R. n. 207 del 2010, ma indicati o associati temporaneamente ai fini dell'esecuzione del contratto, il pagamento del corrispettivo di cui al comma 1 è effettuato direttamente a favore dei progettisti, ai sensi dell'articolo 53, comma 3^{bis}, del Codice dei contratti, previa presentazione della fattura fiscale da parte di questi ultimi.
6. Il pagamento di cui al comma 5 è effettuato previo il favorevole espletamento degli adempimenti di legge, ed è subordinato all'ottemperanza alle prescrizioni di cui all'articolo 71 in materia di tracciabilità dei pagamenti.

Art. 30 Pagamenti in acconto per l'esecuzione dei lavori

1. L'*Appaltatore* percepirà pagamenti di acconti sull'importo del contratto, al maturare di Stati d'avanzamento lavori. Le rate di acconto sono dovute ogni qualvolta l'importo dei lavori eseguiti, contabilizzati nei modi previsti dal presente *Capitolato speciale d'appalto*, al netto del ribasso d'asta, comprensivi della quota relativa degli oneri per la sicurezza, al netto della ritenuta di cui al comma 2 e al netto dell'importo delle rate di acconto precedenti, raggiungono un importo non inferiore a **€ 200.000,00 (duecentomila/00 euro)**.
2. Ai sensi dell'art. 4, comma 3, del *Regolamento di esecuzione*, a garanzia dell'osservanza delle norme e delle prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori, sull'importo netto progressivo dei lavori è operata una ritenuta dello 0,50% (zero virgola cinquanta per cento); le ritenute possono essere svincolate soltanto in sede di liquidazione finale, dopo l'approvazione da parte della *Stazione appaltante* del certificato di collaudo, previo rilascio del D.U.R.C..
3. Ai sensi dell'art. 143, comma 1, parte prima, del *Regolamento di esecuzione*, entro 45 (quarantacinque) giorni dal verificarsi della condizione di cui al comma 1, la D.L. emette lo stato di avanzamento dei lavori, ai sensi dell'art. 194 del medesimo Regolamento, il quale deve recare la dicitura: «lavori a tutto il» con l'indicazione della data di chiusura.
4. Entro lo stesso termine di cui al comma 3, il R.U.P., previa presentazione di regolare fattura fiscale, emette, ai sensi dell'art. 169 del *Regolamento di esecuzione*, il conseguente certificato di pagamento, il quale deve esplicitamente riportare il riferimento al relativo stato di avanzamento dei lavori con l'indicazione della data di emissione.
5. La *Stazione appaltante* provvede al pagamento del predetto certificato entro i successivi 30 giorni, mediante emissione dell'apposito mandato e alla successiva erogazione a favore dell'*Appaltatore*, ai sensi dell'art. 185 del decreto legislativo 18 agosto 2000, n. 267 a fronte della presentazione di regolare fattura fiscale.
6. Ai sensi dell'art. 141, comma 3, del *Regolamento di esecuzione*, nel caso di sospensione dei lavori di durata superiore a 45 (quarantacinque) giorni la *Stazione appaltante* dispone comunque il pagamento in acconto degli importi maturati fino alla data di sospensione, prescindendo dall'importo minimo di cui al comma 1.
7. Ai sensi degli artt. 118, comma 6, ultimo periodo, del *Codice dei contratti* e 6, comma 3, lettera d), del *Regolamento di esecuzione*, l'emissione di ogni certificato di pagamento è subordinata all'acquisizione del D.U.R.C. dell'affidatario e degli eventuali subappaltatori. Ai sensi dell'art. 118, comma 3, primo e secondo periodo, del *Codice dei contratti*, l'emissione di ogni certificato di pagamento è altresì subordinata, qualora l'*Appaltatore* abbia stipulato contratti di subappalto o di cottimo, alla trasmissione alla *Stazione appaltante* da parte dell'*Appaltatore*, delle fatture quietanziate dei subappaltatori e dei cottimisti, entro il termine di 20 (venti) giorni dalla data di ciascun pagamento effettuato nei loro confronti, con l'indicazione delle ritenute di garanzia effettuate. Ai sensi dell'art. 170, comma 7, del *Regolamento di esecuzione*, in caso di mancato rispetto del predetto

obbligo, qualora l'esecutore motivi il mancato pagamento con la contestazione della regolarità dei lavori eseguiti dal subappaltatore e sempre che quanto contestato dall'esecutore sia accertato dalla D.L., la *Stazione appaltante* sospende i pagamenti in favore dell'esecutore limitatamente alla quota corrispondente alla prestazione oggetto di contestazione nella misura accertata dalla D.L. In applicazione dell'art. 48-bis del decreto del Presidente della Repubblica 29 settembre 1973, n. 602 e del decreto ministeriale 18 gennaio 2008, n. 40, l'emissione di ogni certificato di pagamento di importo superiore a €10.000,00 (diecimila/00 euro) è inoltre subordinata all'accertamento, da parte della *Stazione appaltante*, che il beneficiario non sia inadempiente all'obbligo di versamento derivante dalla notifica di una o più cartelle di pagamento per un ammontare complessivo pari almeno a tale importo; in caso di inadempienza, accertata anche in via telematica, il pagamento è sospeso e la circostanza è segnalata all'agente della riscossione competente per territorio, ai fini dell'esercizio dell'attività di riscossione delle somme iscritte a ruolo.

8. Ai fini dell'osservanza del termine di cui al comma 4 del presente articolo, l'*Appaltatore* è tenuto a trasmettere alla *Stazione appaltante* la documentazione di cui al primo e secondo periodo del precedente comma 7, entro 15 (quindici) giorni dal verificarsi della condizione di cui al comma 1 del presente articolo; in caso di tardiva trasmissione, il predetto termine è prorogato di un numero di giorni corrispondente a quelli del ritardo e non trovano applicazione gli artt. 31 e 32 del presente *Capitolato speciale d'appalto*.

Art. 31 Pagamenti a saldo per l'esecuzione dei lavori

1. Ai sensi dell'art. 200 del Regolamento di esecuzione, la D.L. compila il conto finale dei lavori entro 45 (quarantacinque) giorni dalla data della loro ultimazione, accertata con apposito verbale, e provvede a trasmetterlo al R.U.P.; col conto finale è accertato e proposto l'importo della rata di saldo, qualunque sia il suo ammontare, la cui liquidazione definitiva ed erogazione è subordinata all'emissione del certificato di cui al comma 3 e alle condizioni di cui al comma 4 del presente articolo.
2. Ai sensi dell'art. 201 del *Regolamento di esecuzione*, il conto finale dei lavori deve essere sottoscritto dall'*Appaltatore*, su richiesta del R.U.P., entro il termine perentorio di 15 (quindici) giorni; se l'*Appaltatore* non firma il conto finale nel termine indicato, o se lo firma senza confermare le domande già formulate nel registro di contabilità, il conto finale si ha come da lui definitivamente accettato.
3. Ai sensi degli artt. 143, comma 2, e 235, comma 2, del *Regolamento di esecuzione*, la rata di saldo è pagata entro 90 (novanta) giorni dall'avvenuta emissione del certificato di collaudo, previa presentazione di regolare fattura fiscale; nel caso in cui non venga tempestivamente presentata la garanzia fideiussoria di cui al comma 5 del presente articolo, il predetto termine di 90 (novanta) giorni decorre dalla presentazione della garanzia stessa.
4. Ai sensi dell'art. 141, comma 9, del *Codice dei contratti*, il pagamento della rata di saldo non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, in deroga a quanto previsto dall'art. 1666, comma secondo, del Codice civile.
5. Ai sensi degli artt. 141, comma 9, del *Codice dei contratti* e 124, commi 3 e 1, del *Regolamento di esecuzione*, il pagamento della rata di saldo è subordinato alla

costituzione, da parte dell'*Appaltatore*, di una garanzia fideiussoria bancaria o assicurativa di importo pari a quello dell'anzidetta rata, maggiorato del tasso di interesse legale applicato per il periodo intercorrente tra la data di emissione del certificato di collaudo e l'assunzione del carattere di definitività del medesimo, a norma dell'art. 141, comma 3, del *Codice dei contratti*. La garanzia fideiussoria deve avere validità ed efficacia fino a due anni dopo l'emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione e alle seguenti condizioni:

- importo garantito almeno pari all'importo della rata di saldo, maggiorato dell'I.V.A. all'aliquota di legge e del tasso legale di interesse applicato al periodo di due anni;
 - la garanzia ha efficacia dalla data di erogazione della rata di saldo e si estingue due anni dopo l'emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione;
 - la garanzia deve essere prestata mediante presentazione di atto di fideiussione rilasciato da una banca o da un intermediario finanziario autorizzato o polizza fideiussoria rilasciata da impresa di assicurazione, in conformità al decreto ministeriale 12 marzo 2004, n. 123.
6. Al pagamento della rata a saldo si applicano le condizioni di cui all'art. 30, comma 7, del presente *Capitolato speciale d'appalto*.
 7. Salvo quanto disposto dall'art. 1669 del Codice civile, l'*Appaltatore* risponde per la difformità e i vizi dell'opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati dal soggetto appaltante prima che il certificato di collaudo o il certificato di regolare esecuzione assuma carattere definitivo.
 8. L'*Appaltatore* e la D.L. devono utilizzare la massima diligenza e professionalità, nonché improntare il proprio comportamento a buona fede, al fine di evidenziare tempestivamente i vizi e i difetti riscontrabili nonché le misure da adottare per il loro rimedio.

Art. 32 Ritardi nel pagamento delle rate di acconto

1. Nel caso di ritardato pagamento delle rate di acconto per l'esecuzione dei lavori rispetto ai termini indicati nell'art. 30 del presente Capitolato speciale d'appalto, sono dovuti gli interessi a norma degli artt. 133, comma 1, del Codice dei contratti e 142, comma 1, del Regolamento di esecuzione.
2. Non sono dovuti interessi per i primi 45 (quarantacinque) giorni intercorrenti tra il verificarsi delle condizioni per l'emissione del certificato di pagamento ai sensi dell'art. 30, comma 1, del presente Capitolato speciale d'appalto e il suo effettivo rilascio ai sensi dell'art. 30, comma 4, del medesimo Capitolato. Ai sensi dell'art. 144, comma 1, del Regolamento di esecuzione, trascorso detto termine senza che sia emesso il certificato di pagamento per causa imputabile alla Stazione appaltante, spettano all'*Appaltatore* gli interessi corrispettivi al tasso legale sulle somme dovute, per i primi 60 (sessanta) giorni; trascorso infruttuosamente anche questo termine, dal giorno successivo e fino alla effettiva emissione del certificato di pagamento spettano all'*Appaltatore* gli interessi moratori nella misura stabilita con apposito decreto ministeriale di cui all'art. 133, comma 1, del Codice dei contratti.

3. Non sono dovuti interessi per i primi 30 (trenta) giorni intercorrenti tra l'emissione del certificato di pagamento e il suo effettivo pagamento a favore dell'Appaltatore a norma dell'art. 30, comma 5, del Capitolato speciale d'appalto. Ai sensi dell'art. 144, comma 2, del Regolamento di esecuzione, trascorso detto termine senza che la Stazione appaltante abbia provveduto al pagamento per causa a essa imputabile, sono dovuti all'Appaltatore gli interessi legali per i primi 60 (sessanta) giorni di ritardo; trascorso infruttuosamente anche questo termine, dal giorno successivo e fino all'effettivo pagamento spettano all'Appaltatore gli interessi moratori nella misura stabilita con apposito decreto ministeriale di cui all'art. 133, comma 1, del Codice dei contratti.
4. Ai sensi dell'art. 142, comma 4, del Regolamento di esecuzione, l'importo degli interessi per ritardato pagamento delle rate di acconto viene computato e corrisposto in occasione del pagamento, in acconto o a saldo, immediatamente successivo a quello eseguito in ritardo, senza necessità di apposite domande o riserve da parte dell'Appaltatore.
5. Ai sensi dell'art. 144, comma 4, secondo periodo, del Regolamento di esecuzione, il saggio degli interessi di mora è comprensivo del maggior danno di cui all'art. 1224, comma 2, del Codice civile.
6. Ai sensi dell'art. 133, comma 1, del Codice dei contratti, è facoltà dell'Appaltatore, trascorsi i termini di cui ai commi precedenti, oppure nel caso in cui l'ammontare delle rate di acconto, per le quali non sia stato tempestivamente emesso il certificato o il titolo di spesa, raggiunga il quarto dell'importo netto contrattuale, di agire a norma dell'art. 1460 del Codice civile, rifiutando di adempiere alle proprie obbligazioni se la Stazione appaltante non provveda contemporaneamente al pagamento integrale di quanto maturato; in alternativa, è facoltà dell'Appaltatore, previa costituzione in mora della Stazione appaltante, agire per la risoluzione del contratto, trascorsi 60 (sessanta) giorni dalla data della predetta costituzione in mora.

Art. 33 Ritardi nel pagamento della rata di saldo relativa all'esecuzione dei lavori

1. Nel caso di ritardato pagamento della rata di saldo per l'esecuzione dei lavori rispetto ai termini indicati nell'art. 31 del presente *Capitolato speciale d'appalto*, sono dovuti gli interessi a norma degli artt. 133, comma 1, del *Codice dei contratti* e 142, comma 2, del *Regolamento di esecuzione*.
2. Ai sensi dell'art. 144, comma 3, del *Regolamento di esecuzione*, qualora sia ritardato il pagamento della rata di saldo per causa imputabile alla *Stazione appaltante*, spettano all'esecutore gli interessi corrispettivi sulle somme dovute; ove il ritardo superi i 60 (sessanta) giorni, dal giorno successivo e fino all'effettivo pagamento sono dovuti gli interessi moratori nella misura stabilita con apposito decreto ministeriale di cui all'art. 133, comma 1, del *Codice dei contratti*.
3. Ai sensi dell'art. 142, comma 4, del *Regolamento di esecuzione*, l'importo degli interessi per ritardato pagamento della rata di saldo viene computato e corrisposto in occasione dell'effettivo pagamento senza necessità di apposite domande o riserve da parte dell'Appaltatore.
4. Ai sensi dell'art. 144, comma 4, del *Regolamento di esecuzione*, il saggio degli interessi di mora è comprensivo del maggior danno di cui all'art. 1224, comma 2, del Codice

civile.

**Art. 34 Ritardi nei pagamenti relativi alla progettazione esecutiva
delle strutture**

1. Nel caso di ritardato pagamento delle rate di acconto e saldo relative alla progettazione esecutiva delle strutture rispetto ai termini indicati nell'art. 29 del presente *Capitolato speciale d'appalto*, si applicano, se e in quanto compatibili, le disposizioni di cui agli artt. 32 e 33 del medesimo *Capitolato speciale d'appalto*.

**Art. 35 Intervento sostitutivo della Stazione appaltante in caso di inadempienza
contributiva o retributiva dell'esecutore e del subappaltatore**

1. Ai sensi dell'art. 6, comma 3, del *Regolamento di esecuzione*, la stazione acquisisce d'ufficio, anche attraverso strumenti informatici, il D.U.R.C. in corso di validità per il pagamento degli stati avanzamento lavori nonché per il certificato di collaudo, il certificato di verifica di conformità, l'attestazione di regolare esecuzione e il pagamento del saldo finale.
2. Ai sensi dell'art. 6, comma 4, del *Regolamento di esecuzione*, ferme restando le ipotesi di cui al precedente comma 1, qualora tra la stipula del contratto e il primo stato di avanzamento dei lavori di cui all'art. 194 del medesimo Regolamento o tra due successivi stati di avanzamento dei lavori intercorra un periodo superiore a 80 (ottanta) giorni, la stazione acquisisce il D.U.R.C. relativo all'esecutore e ai subappaltatori/cottimisti entro i 30 (trenta) giorni successivi alla scadenza dei predetti 80 (ottanta) giorni.
3. Ai sensi dell'art. 6, comma 5, del *Regolamento di esecuzione* la stazione acquisisce d'ufficio, anche attraverso strumenti informatici, il D.U.R.C. in corso di validità relativo ai subappaltatori/cottimisti ai fini del rilascio dell'autorizzazione di cui all'art. 118, comma 8, del *Codice dei contratti*, nonché per le finalità di cui al comma 3, lettere d) ed e) del citato art. 6.
4. Ai sensi dell'art. 4, comma 2, del *Regolamento di esecuzione*, nelle ipotesi previste ai commi 1 e 2 del presente articolo, qualora il D.U.R.C. acquisito dal R.U.P. evidenzia un'inadempienza contributiva relativa a uno o più soggetti impiegati nell'esecuzione del contratto, la *Stazione appaltante* trattiene dal certificato di pagamento l'importo corrispondente all'inadempienza; il pagamento di quanto dovuto per le inadempienze accertate mediante il D.U.R.C. è disposto dalla *Stazione appaltante* direttamente a favore degli enti previdenziali e assicurativi, compresa, nei lavori, la cassa edile.
5. Ai sensi dell'art. 5 del *Regolamento di esecuzione*, in caso di ritardo nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale dipendente dell'esecutore o dei soggetti titolari di subappalti e cottimi di cui all'art. 118, comma 8, ultimo periodo, del *Codice dei contratti*, impiegato nell'esecuzione del contratto, il R.U.P. invita per iscritto il soggetto inadempiente, e in ogni caso l'esecutore, a provvedervi entro i successivi 15 (quindici) giorni. Decorso infruttuosamente il suddetto termine e ove non sia stata contestata formalmente e motivatamente la fondatezza della richiesta entro il termine sopra assegnato, la *Stazione appaltante* può pagare anche in corso d'opera direttamente ai lavoratori le retribuzioni arretrate, detraendo il relativo importo dalle somme dovute

all'esecutore del contratto. Tali pagamenti sono provati dalle quietanze predisposte a cura del R.U.P. e sottoscritte dagli interessati. Nel caso di formale contestazione delle richieste di cui alla prima parte del presente comma, il R.U.P. provvede all'inoltro delle richieste e delle contestazioni alla direzione provinciale del lavoro per i necessari accertamenti.

Art. 36 Obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari

1. L'*Appaltatore* assume gli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari conseguenti alla sottoscrizione del contratto nelle forme e con le modalità previste dall'art. 3 della legge 13 agosto 2010, n. 136. L'*Appaltatore*, in particolare, si impegna a trasmettere alla *Stazione appaltante*, entro 7 (sette) giorni dall'accensione del/i conto/conti dedicato/i al contratto in oggetto, gli estremi del/i conto/i medesimo/i, nonché le generalità e il codice fiscale delle persone delegate alle operazioni sullo/gli stesso/i. L'*Appaltatore* si impegna, inoltre, a comunicare alla *Stazione appaltante* ogni vicenda modificativa che riguardi il/i conto/i in questione, entro 7 (sette) giorni dal verificarsi della stessa.
2. Nel caso in cui l'*Appaltatore* non adempia agli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari di cui al punto precedente, la *Stazione appaltante* avrà facoltà di risolvere immediatamente il contratto mediante semplice comunicazione scritta da inviare a mezzo di raccomandata a.r., salvo in ogni caso il risarcimento dei danni prodotti da tale inadempimento.
3. L'*Appaltatore* si obbliga, inoltre, a introdurre, a pena di nullità assoluta, nei contratti sottoscritti con i subappaltatori e con i subcontraenti un'apposita clausola con cui essi assumono gli obblighi di tracciabilità dei flussi finanziari di cui all'art. 3 della legge 13 agosto 2010, n. 136.
4. L'*Appaltatore* si impegna a far sì che, nelle fatture o documenti equipollenti emessi nei confronti della *Stazione appaltante* per il pagamento in acconto o a saldo di quanto contrattualmente dovutogli, il/i conto/i indicato/i per il pagamento sia/siano sempre compreso/i tra quelli indicati al comma 1 del presente articolo. L'*Appaltatore* si impegna altresì a effettuare sul/i conto/i di cui al medesimo comma 1 i pagamenti dovuti nei confronti dei subappaltatori e dei subcontraenti in relazione al contratto stipulato, salvo le deroghe concesse dalla legge 13 agosto 2010, n. 136.

Art. 37 Revisione prezzi, prezzo chiuso e compensazione

1. Ai sensi dell'art. 133, comma 2, del *Codice dei contratti* è esclusa qualsiasi revisione dei prezzi e non trova applicazione l'art. 1664, comma 1, del *Codice civile*.
2. Ai sensi dell'art. 133, comma 3, primo periodo, del *Codice dei contratti*, si applica il prezzo chiuso, consistente nel prezzo dei lavori al netto del ribasso d'asta, aumentato di una percentuale da applicarsi, nel caso in cui la differenza tra il tasso di inflazione reale e il tasso di inflazione programmato nell'anno precedente sia superiore al 2% (due per cento), all'importo dei lavori ancora da eseguire per ogni anno intero previsto per l'ultimazione dei lavori stessi. Tale percentuale è fissata con apposito decreto del Ministro delle Infrastrutture, nella misura eccedente la predetta percentuale del 2% (due per cento).
3. Ai sensi dell'art. 133, comma 3-bis, del *Codice dei contratti*, l'*Appaltatore* è tenuto a presentare, a pena di decadenza, alla *Stazione appaltante* l'istanza di applicazione del

- prezzo chiuso entro 60 (sessanta giorni) dalla data di pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica italiana del decreto ministeriale di cui al precedente comma 2.
4. Ai sensi dell'art. 172, commi 1 e 2, del *Regolamento di esecuzione*, il R.U.P., successivamente alla richiesta avanzata dall'esecutore a norma del comma 3 del presente articolo, dispone che la D.L., entro 45 (quarantacinque) giorni dal ricevimento della predetta richiesta, effettui i conteggi relativi all'applicazione del prezzo chiuso; nel termine di 45 (quarantacinque) giorni decorrenti dalla presentazione dei suddetti conteggi, il R.U.P. provvede a verificare la disponibilità di somme nel quadro economico di ogni singolo intervento. Entro lo stesso termine il R.U.P., verificati e convalidati i conteggi effettuati dalla D.L., provvede a emettere, ove esista la disponibilità dei fondi, il relativo certificato di pagamento.
 5. Ai sensi dell'art. 172, comma 3, del *Regolamento di esecuzione*, dall'emissione del certificato di pagamento si applicano le disposizioni altresì previste dall'art. 143, comma 1, secondo periodo, del medesimo Regolamento. Relativamente agli interessi per ritardato pagamento si applicano le disposizioni previste dall'art. 144, commi 1 e 2, del citato Regolamento, con la previsione che la mancata emissione del certificato di pagamento è causa imputabile alla *Stazione appaltante* laddove sussista la relativa provvista finanziaria.
 6. Ai sensi dell'art. 133, commi da 4 a 7, del *Codice dei contratti*, in deroga a quanto previsto dal comma 1 del presente articolo, qualora il prezzo di singoli materiali da costruzione, per effetto di circostanze eccezionali, subisca variazioni in aumento o in diminuzione, superiori al 10% (dieci per cento) rispetto al prezzo rilevato dal Ministero delle Infrastrutture nell'anno di presentazione dell'offerta con apposito decreto, si fa luogo a compensazioni, in aumento o in diminuzione, per la percentuale eccedente il 10% (dieci per cento). La compensazione è determinata applicando la percentuale di variazione che eccede il 10% (dieci per cento) al prezzo dei singoli materiali da costruzione impiegati nelle lavorazioni contabilizzate nell'anno solare precedente il decreto del Ministero delle Infrastrutture al decreto di cui all'art. 133, comma 6, del *Codice dei contratti*, nelle quantità accertate dalla D.L.. Ai fini della compensazione si possono utilizzare le somme appositamente accantonate per imprevisti, senza nuovi o maggiori oneri per la finanza pubblica, nel quadro economico di ogni intervento, in misura non inferiore all'1% (uno per cento) del totale dell'importo dei lavori, fatte salve le somme relative agli impegni contrattuali già assunti, nonché le eventuali ulteriori somme a disposizione della *Stazione appaltante* per lo stesso intervento nei limiti della relativa autorizzazione di spesa. Possono altresì essere utilizzate le somme derivanti da ribassi d'asta, qualora non ne sia prevista una diversa destinazione sulla base delle norme vigenti, nonché le somme disponibili relative ad altri interventi ultimati di competenza della *Stazione appaltante* nei limiti della residua spesa autorizzata.
 7. Ai sensi dell'art. 171, comma 7, del *Regolamento di esecuzione*, i prezzi riportati nei decreti ministeriali annuali di cui all'art. 133, comma 6, del *Codice dei contratti* assumono unicamente un valore parametrico e non interferiscono con i prezzi contrattuali dei singoli contratti. Qualora il prezzo di un singolo materiale da costruzione non risulti essere stato rilevato nell'anno di presentazione dell'offerta, in quanto non sono state

- rilevate le circostanze eccezionali di cui all'art. 133, comma 4, del *Codice dei contratti*, si fa riferimento al prezzo rilevato nel primo decreto ministeriale annuale, di cui all'art. 133, comma 6, del medesimo Codice, disponibile, successivo all'anno di presentazione dell'offerta. Sono esclusi dalla compensazione i lavori contabilizzati nell'anno solare di presentazione dell'offerta. Ai lavori contabilizzati in un periodo di tempo inferiore all'anno solare, diversi da quelli contabilizzati nell'anno solare di presentazione dell'offerta, si applica per intero la variazione di prezzo riportata nei decreti ministeriali annuali di cui all'art. 133, comma 6, del *Codice dei contratti*.
8. Ai sensi dell'art. 171, comma 8, del *Regolamento di esecuzione*, la compensazione non è soggetta al ribasso d'asta ed è al netto delle eventuali compensazioni precedentemente accordate; alle eventuali compensazioni non si applica l'istituto della riserva.
 9. Ai sensi degli artt. 133, comma 6-bis, del *Codice dei contratti* e 171, comma 1, del *Regolamento di esecuzione*, l'Appaltatore è tenuto a presentare, a pena di decadenza, alla *Stazione appaltante* l'istanza per la compensazione di cui al comma 6 del presente articolo entro 60 (sessanta) giorni dalla data di pubblicazione nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana del decreto ministeriale previsto dall'art. 133, comma 6, del citato Codice; l'istanza indica i materiali da costruzione per i quali l'esecutore ritiene siano dovuta l'eventuale compensazione.
 10. Ai sensi dell'art. 171, comma 2, del *Regolamento di esecuzione*, il R.U.P., successivamente alla richiesta dell'esecutore, dispone che la D.L. individui i materiali da costruzione per i quali è dovuta l'eventuale compensazione. Entro 45 (quarantacinque) giorni dal ricevimento della predetta richiesta, la D.L. effettua i conteggi relativi alle compensazioni e li presenta alla *Stazione appaltante*.
 11. Per la determinazione delle compensazioni la D.L. procede a norma dell'art. 171, commi da 3 a 6, del *Regolamento di esecuzione*.
 12. Ai sensi dell'art. 171, comma 9, primo periodo, del *Regolamento di esecuzione*, nel termine di 45 (quarantacinque) giorni decorrente dalla presentazione dei conteggi di cui al comma 10 del presente articolo da parte della D.L., il R.U.P. provvede a verificare la disponibilità di somme nel quadro economico di ogni singolo intervento per la finalità di cui all'art. 133, comma 4, del *Codice dei contratti*, nonché a richiedere alla *Stazione appaltante* l'utilizzo, ai sensi dell'art. 133, comma 7, secondo periodo, del medesimo Codice, di ulteriori somme disponibili o che diverranno tali. Ai sensi dell'art. 171, comma 9, secondo periodo, del *Regolamento di esecuzione*, il R.U.P. provvede a emettere, entro lo stesso termine, il relativo certificato di pagamento, ove esista la disponibilità dei fondi, dopo aver verificato e convalidato i conteggi effettuati dalla D.L.
 13. Ai sensi dell'art. 171, comma 10, del *Regolamento di esecuzione*, la procedura per la compensazione è avviata d'ufficio dalla *Stazione appaltante* in presenza di materiali da costruzione che hanno subito variazioni in diminuzione, entro 60 (sessanta) giorni dalla avvenuta pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana del decreto ministeriale annuale di cui all'art. 133, comma 6, del *Codice dei contratti*. In tal caso il R.U.P. accerta con proprio provvedimento il credito della *Stazione appaltante* e procede a eventuali recuperi.
 14. Ai sensi dell'art. 171, comma 11, del *Regolamento di esecuzione*, dall'emissione del

certificato di pagamento relativo alla compensazione si applicano le disposizioni previste dall'art. 143, comma 1, secondo periodo, del medesimo Regolamento; relativamente agli interessi per ritardato pagamento si applicano le disposizioni previste dall'art. 144, commi 1 e 2, del citato Regolamento con la previsione che la mancata emissione del certificato di pagamento è causa imputabile alla *Stazione appaltante* laddove sussista la relativa provvista finanziaria.

15. Ai sensi dell'art. 40, comma 1, secondo periodo, del *Regolamento di esecuzione*, il cronoprogramma è redatto anche al fine di stabilire in via convenzionale, nel caso di lavori compensati a prezzo chiuso, l'importo degli stessi da eseguire per ogni anno intero decorrente dalla data della consegna; il cronoprogramma è altresì redatto ai fini di quanto previsto dall'art. 171, comma 12, del medesimo Regolamento, a norma del quale non si applicano le compensazioni in aumento dovute al protrarsi dei lavori stessi oltre l'anno solare entro il quale erano stati previsti nel predetto cronoprogramma, qualora la D.L. riscontri un ritardo nell'andamento dei lavori addebitabile all'esecutore relativo a lavorazioni direttamente incidenti sui materiali soggetti a compensazione.

Art. 38 Cessione del contratto e cessione dei crediti

1. Ai sensi dell'art. 118, comma 1, secondo periodo, del *Codice dei contratti*, è vietata la cessione del contratto sotto qualsiasi forma, salvo quanto previsto all'art. 116 del medesimo Codice; ogni atto contrario è nullo di diritto.
2. È ammessa la cessione dei crediti, ai sensi dell'art. 117 del *Codice dei contratti*.

CAPO 5 CONTABILIZZAZIONE E LIQUIDAZIONE DEI LAVORI

Art. 39 Corrispettivo dei lavori a corpo e a misura

1. Nel corrispettivo per l'esecuzione dei lavori, a corpo e/o a misura s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal presente *Capitolato speciale d'appalto* e secondo i tipi previsti negli atti progettuali. Pertanto nessun compenso può essere richiesto per lavori, forniture e prestazioni che, ancorché non esplicitamente specificati nella descrizione dei lavori a corpo, siano rilevabili dagli elaborati grafici o viceversa. Lo stesso dicasi per lavori, forniture e prestazioni tecnicamente e intrinsecamente indispensabili alla funzionalità, completezza e corretta realizzazione dell'opera appaltata secondo le regole dell'arte.
2. Ai sensi dell'art. 43, comma 6, del *Regolamento di esecuzione*, l'*Appaltatore* indica, in sede di redazione del *progetto esecutivo delle strutture*, per ogni gruppo di categorie ritenute omogenee, il relativo importo e la sua aliquota percentuale riferita all'ammontare complessivo dell'intervento, deducendoli dal computo metrico estimativo; al fine del pagamento in corso d'opera, i suddetti importi e aliquote possono essere indicati anche disaggregati nelle loro componenti principali; i pagamenti in corso d'opera sono determinati sulla base delle aliquote percentuali come sopra definite, di ciascuna delle quali viene contabilizzata la quota parte effettivamente eseguita.
3. Gli oneri per la sicurezza, come evidenziati all'art. 2, comma 1, lettera a.1), del presente

Capitolato speciale d'appalto, sono liquidati in proporzione alla parte di lavori effettivamente eseguita.

4. Agli effetti dell'annotazione dei lavori a corpo si osservano le disposizioni di cui all'art. 184, mentre per quelli a misura si osservano le disposizioni di cui all'art. 185 del *Regolamento di esecuzione*.

Art. 40 Lavori in economia

1. Se già previsti nel progetto, i lavori in economia sono contabilizzati secondo i prezzi unitari contrattuali per l'importo delle prestazioni e delle somministrazioni fatte dall'impresa stessa.
2. Gli oneri per la sicurezza, come evidenziati all'art. 2, comma 1, lettera a.1), del presente *Capitolato speciale d'appalto*, sono liquidati in proporzione alla parte di lavori effettivamente eseguita.
3. Se non espressamente previste nel progetto e nel relativo quadro economico, le prestazioni in economia potranno essere eseguite soltanto per esigenze eccezionali e solo nei limiti degli ordini impartiti e delle autorizzazioni concesse di volta in volta dal R.U.P..
4. Per le prestazioni in economia gli operai messi a disposizione dall'*Appaltatore* dovranno essere idonei ai lavori da eseguirsi e provvisti delle necessarie attrezzature e mezzi. Le macchine, gli attrezzi e i mezzi utilizzati dovranno essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.
5. Saranno a carico dell'*Appaltatore* la manutenzione degli attrezzi e delle macchine e le eventuali riparazioni, in modo che essi siano sempre in buono stato di servizio.
6. I mezzi di trasporto per i lavori in economia dovranno essere forniti in pieno stato di efficienza.
7. I prezzi delle somministrazioni in economia sono stabiliti come segue:
 - per ogni ora di operaio specializzato, qualificato e comune, secondo quanto indicato sul libretto di lavoro, unico documento ritenuto valido ai fini del riconoscimento della qualifica della manodopera, è accreditabile all'*Appaltatore* l'importo rinveniente dall'applicazione delle tariffe e costi orari della manodopera desunti dalle tabelle dei contratti collettivi di lavoro cui l'impresa fa riferimento, incrementato del 15% (quindici per cento) per spese generali e del 10% (dieci per cento) - ridotto del ribasso di gara - per utili d'impresa;
 - per i trasporti e i noli di eventuali macchine e attrezzature si farà riferimento ai costi del rilevamento della "Commissione prezzi materiali da costruzione, trasporti e noli" operante presso la Camera di commercio, industria, artigianato e agricoltura di Napoli e pubblicati mensilmente, incrementati del 15% (quindici per cento) per spese generali e del 10% (dieci per cento) - ridotto del ribasso di gara - per utili d'impresa;
 - per i materiali i cui costi siano desunti dall'elenco prezzi allegato al presente capitolato, si applicherà il solo ribasso di gara; per i materiali i cui costi siano desunti dal rilevamento della "Commissione prezzi materiali da costruzione, trasporti e noli" operante presso la Camera di commercio, industria, artigianato e agricoltura di Napoli e pubblicati mensilmente, si applicherà l'incremento del 15% (quindici per cento) per spese generali e del 10% (dieci per cento) - ridotto del ribasso di gara - per utili d'impresa.

Art. 41 Valutazione dei manufatti e dei materiali a piè d'opera

Non sono valutati i manufatti e i materiali a piè d'opera, ancorché accettati dalla D.L..

CAPO 6 CAUZIONI E GARANZIE

Art. 42 Cauzione provvisoria

1. Ai sensi dell'art. 75, comma 1, del Codice dei contratti è richiesta la costituzione, al momento della presentazione dell'offerta, di una cauzione provvisoria dell'importo al 2% (due per cento) del corrispettivo posto a base di gara, eventualmente ridotto a norma del comma 7 del succitato articolo.
2. Ai sensi dell'art. 75, commi 2 e 3, del Codice dei contratti, la cauzione provvisoria di cui al comma 1 del presente articolo può essere prestata:
 - in contanti o in titoli del debito pubblico garantiti dallo Stato al corso del giorno del deposito, presso una sezione di tesoreria provinciale o presso le aziende autorizzate, a titolo di pegno a favore della Stazione appaltante;
 - fideiussione bancaria;
 - polizza assicurativa;
 - polizza rilasciata dagli intermediari finanziari iscritti nell'elenco speciale di cui all'art. 107 del decreto legislativo 1 settembre 1993, n. 385, che svolgono in via esclusiva o prevalente attività di rilascio di garanzie, a ciò autorizzati dal Ministero dell'Economia e delle finanze.
3. Ai sensi dell'art. 75, commi 4 e 5, del Codice dei contratti, la fideiussione o la polizza devono espressamente prevedere la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale, la rinuncia all'eccezione di cui all'art. 1957, comma 2, del Codice civile nonché la sua operatività entro 15 (quindici) giorni a semplice richiesta scritta della Stazione appaltante; la validità della garanzia deve essere di almeno 180 (centottanta) giorni dalla presentazione dell'offerta.
4. Ai sensi dell'art. 75, comma 8, del Codice dei contratti, la cauzione provvisoria deve essere accompagnata dall'impegno di un fideiussore verso il concorrente a rilasciare garanzia fideiussoria a titolo di cauzione definitiva nel caso di aggiudicazione.
5. Ai sensi dell'art. 75, comma 6, del Codice dei contratti, la garanzia copre la mancata sottoscrizione del contratto per volontà dell'aggiudicatario ed è svincolata automaticamente al momento della sottoscrizione del contratto stesso.
6. In caso di associazione temporanea di imprese, la garanzia deve riportare l'indicazione di tutte le imprese associate.

Art. 43 Garanzia fideiussoria o cauzione definitiva

1. Ai sensi dell'art. 113, comma 1, del Codice dei contratti è richiesta una garanzia fideiussoria a titolo di cauzione definitiva, pari al 10% (dieci per cento) dell'importo contrattuale; qualora l'aggiudicazione sia fatta in favore di un'offerta inferiore all'importo a base d'asta in misura superiore al 10% (dieci per cento), la garanzia fideiussoria è

aumentata di tanti punti percentuali quanti sono quelli eccedenti il 10 (dieci) per cento; qualora il ribasso sia superiore al 20% (venti per cento), l'aumento è di 2 (due) punti percentuali per ogni punto di ribasso eccedente la predetta misura percentuale. La garanzia è presentata in originale alla *Stazione appaltante* prima della formale sottoscrizione del contratto.

Ai sensi degli artt. 113, comma 2, e 75, comma 3, del Codice dei contratti, la garanzia può essere costituita alternativamente da:

- fideiussione bancaria;
 - polizza assicurativa;
 - polizza rilasciata dagli intermediari finanziari iscritti nell'elenco speciale di cui all'art. 107 del decreto legislativo 1 settembre 1993, n. 385, che svolgono in via esclusiva o prevalente attività di rilascio di garanzie, a ciò autorizzati dal Ministero dell'Economia e delle finanze.
2. La fideiussione o la polizza devono espressamente prevedere la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale, la rinuncia all'eccezione di cui all'art. 1957, comma 2, del Codice civile nonché la sua operatività entro 15 (quindici) giorni a semplice richiesta scritta della Stazione appaltante.
 3. Ai sensi degli artt. 113, comma 3, del Codice dei contratti e 123, comma 1, del Regolamento di esecuzione, la garanzia è progressivamente svincolata a misura dell'avanzamento dell'esecuzione, nel limite massimo del 75% (settantacinque per cento) dell'iniziale importo garantito; lo svincolo è automatico, senza necessità di atti formali.
 4. Ai sensi dell'art. 123, comma 1, del Regolamento di esecuzione, la garanzia, per il rimanente ammontare del 25% (venticinque per cento), deve permanere fino alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio, o comunque fino a 12 (dodici) mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato.
 5. Ai sensi dell'art. 235, comma 1, del Regolamento di esecuzione, alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio si procede, con le cautele prescritte dalle leggi in vigore e sotto le riserve previste dall'art. 1669 del Codice civile, allo svincolo della cauzione definitiva.
 6. Ai sensi dell'art. 235, comma 3, del Regolamento di esecuzione, il decorso del termine fissato dalla legge per il compimento delle operazioni di collaudo, ferme restando le responsabilità eventualmente accertate a carico dell'esecutore dal collaudo stesso, determina l'estinzione di diritto della garanzia fideiussoria relativa alla cauzione definitiva.
 7. Ai sensi degli artt. 113, comma 5, del Codice dei contratti e 123, commi 2 e 3, del Regolamento di esecuzione, la cauzione viene prestata a garanzia dell'adempimento di tutte le obbligazioni del contratto e del risarcimento dei danni derivanti dall'eventuale inadempimento delle obbligazioni stesse, nonché a garanzia del rimborso delle somme pagate in più all'esecutore rispetto alle risultanze della liquidazione finale, salva comunque la risarcibilità del maggior danno. La *Stazione appaltante* ha il diritto di valersi della cauzione per l'eventuale maggiore spesa sostenuta per il completamento dei lavori nel caso di risoluzione del contratto disposta in danno dell'esecutore. La Stazione appaltante ha il diritto di valersi della cauzione per provvedere al pagamento di quanto

dovuto dall'esecutore per le inadempienze derivanti dalla inosservanza di norme e prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, protezione, assicurazione, assistenza e sicurezza fisica dei lavoratori comunque presenti in cantiere.

8. Ai sensi dell'art. 123, comma 4, del Regolamento di esecuzione, la *Stazione appaltante* può richiedere all'*Appaltatore* la reintegrazione della cauzione ove questa sia venuta meno in tutto o in parte; in caso di inottemperanza, la reintegrazione si effettua a valere sui ratei di prezzo da corrispondere all'*Appaltatore*. In caso di variazioni al contratto per effetto di successivi atti di sottomissione, la medesima garanzia può essere ridotta o aumentata in ragione dei nuovi importi contrattuali; non è comunque integrata in caso di aumento fino alla concorrenza di un quinto dell'importo originario.
9. Ai sensi dell'art. 113, comma 4, del Codice dei contratti, la mancata costituzione della garanzia di cui al comma 1 del presente articolo determina la decadenza dell'affidamento e l'acquisizione da parte della Stazione appaltante della cauzione provvisoria di cui all'art. 75 del medesimo Codice.

Art. 44 Riduzione delle garanzie

1. Ai sensi degli artt. 40, comma 7, e 75, comma 7, del Codice dei contratti, l'importo della cauzione provvisoria di cui all'art. 42 e l'importo della garanzia fideiussoria di cui all'art. 43 sono ridotti al 50% (cinquanta per cento) per i concorrenti ai quali sia stata rilasciata, da organismi accreditati ai sensi delle norme europee della serie UNI CEI EN 45000 e della serie UNI CEI EN ISO/IEC 17000, la certificazione del sistema di qualità conforme alle norme europee della serie UNI CEI ISO 9000.
2. In caso di associazione temporanea di concorrenti di tipo orizzontale, le riduzioni di cui al presente articolo sono accordate qualora il possesso del requisito di cui al comma 1 sia comprovato da tutte le imprese in associazione.
3. In caso di associazione temporanea di concorrenti di tipo verticale le riduzioni di cui al presente articolo sono accordate esclusivamente per le quote di incidenza delle lavorazioni appartenenti alle categorie assunte integralmente da imprese in associazione in possesso del requisito di cui al comma 1; tale beneficio non è frazionabile tra imprese che assumono lavorazioni appartenenti alla medesima categoria.
4. Il possesso del requisito di cui al comma 1 è comprovato dall'annotazione in calce alla attestazione SOA ai sensi dell'art. 63, comma 3, del Regolamento di esecuzione, ovvero dalla certificazione rilasciata dall'organismo accreditato.

In deroga a quanto previsto dal comma 4, il possesso del requisito di cui al comma 1 può essere comprovato dalla certificazione rilasciata dall'organismo accreditato qualora:

- l'impresa abbia utilizzato, per la gara e per l'eventuale aggiudicazione, una qualificazione per una classifica non superiore alla II;
 - l'impresa sia in possesso di attestazione SOA in corso di validità, ma il possesso del requisito di cui al comma 1 non sia stato ancora riportato sulla predetta attestazione, a condizione che l'impresa abbia già presentato istanza alla SOA per il relativo aggiornamento;
 - l'impresa non sia tenuta al possesso dell'attestazione SOA.
5. In caso di avvalimento ai sensi dell'art. 49 del Codice dei contratti, per beneficiare della

riduzione di cui al comma 1, il requisito della qualità deve essere posseduto in ogni caso dall'impresa partecipante e aggiudicataria, indipendentemente dalla circostanza che sia posseduto dall'impresa ausiliaria. In caso di appalti di importo superiore alla II classifica, l'impresa ausiliaria deve essere in possesso del predetto requisito solo in relazione all'obbligo di cui all'art. 63 del Regolamento di esecuzione.

Art. 45 Obblighi assicurativi a carico dell'Appaltatore

1. Ai sensi degli artt. 129, comma 1, del *Codice dei contratti* e 125, comma 3, primo e terzo periodo, del *Regolamento di esecuzione*, l'Appaltatore è obbligato a stipulare, prima dell'effettivo inizio dei lavori, una polizza assicurativa che, da un lato, copra i danni subiti dalla *Stazione appaltante* a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti e opere, anche preesistenti, verificatisi nel corso dell'esecuzione dei lavori per qualsiasi causa (salvo quelli derivanti da errori di progettazione, insufficiente progettazione, azioni di terzi o cause di forza maggiore) e, dall'altro, assicuri la *Stazione appaltante* contro la responsabilità civile per danni causati a terzi nel corso dell'esecuzione dei lavori medesimi. La polizza assicurativa è prestata da un'impresa di assicurazione autorizzata alla copertura dei rischi ai quali si riferisce l'obbligo di assicurazione.
2. La copertura delle predette garanzie assicurative decorre dalla data di consegna dei lavori e cessa alle ore 24.00 del giorno di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione e comunque decorre 12 (dodici) mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato; in caso di emissione di collaudo provvisorio o di certificato di regolare esecuzione per parti determinate dell'opera, la garanzia cessa per quelle parti e resta efficace per le parti non ancora collaudate; a tal fine l'utilizzo da parte della *Stazione appaltante* secondo la destinazione equivale, ai soli effetti della copertura assicurativa, a emissione del certificato di collaudo provvisorio. Il premio è stabilito in misura unica e indivisibile per le coperture di cui ai commi 3 e 4. Le garanzie assicurative sono efficaci anche in caso di omesso o ritardato pagamento delle somme dovute a titolo di premio da parte dell'esecutore fino ai successivi 2 (due) mesi. Qualora sia previsto un periodo di garanzia, la polizza assicurativa è sostituita da una polizza che tenga indenni le stazioni appaltanti da tutti i rischi connessi all'utilizzo delle lavorazioni in garanzia o agli interventi per la loro eventuale sostituzione o rifacimento. L'Appaltatore è tenuto a trasmettere il relativo atto di integrazione alla *Stazione appaltante*.
3. Ai sensi degli artt. 129, comma 1, del *Codice dei contratti* e 125, comma 1, secondo periodo, del *Regolamento di esecuzione*, la garanzia assicurativa contro tutti i rischi di esecuzione da qualsiasi causa determinati deve coprire tutti i danni subiti dalla *Stazione appaltante* a causa del danneggiamento o della distruzione totale o parziale di impianti e opere, anche preesistenti, salvo quelli derivanti da errori di progettazione, insufficiente progettazione, azioni di terzi o cause di forza maggiore; tale polizza deve essere stipulata nella forma "Contractors All Risks" (C.A.R.) e deve: a) prevedere una somma assicurata non inferiore a quella del contratto; b) essere integrata in relazione alle somme assicurate in caso di approvazione di lavori aggiuntivi affidati a qualsiasi titolo all'Appaltatore.

4. Ai sensi dell'art. 125, comma 2, del *Regolamento di esecuzione*, la garanzia assicurativa relativa alla responsabilità civile per danni causati a terzi deve essere stipulata per una somma (massimale/sinistro) non inferiore al 5% (cinque per cento) di quella assicurata a norma del comma 3 del presente articolo;
5. Il contratto di assicurazione non deve prevedere importi o percentuali di scoperto o di franchigia opponibili alla *Stazione appaltante*.
6. Le garanzie di cui ai commi 3 e 4, prestate dall'*Appaltatore* coprono senza alcuna riserva anche i danni causati dalle imprese subappaltatrici e subfornitrici. Qualora l'*Appaltatore* sia un raggruppamento temporaneo di concorrenti, stante il regime delle responsabilità disciplinato dall'art. 37, comma 5, del *Codice dei contratti*, e dall'art. 128, comma 1, del *Regolamento di esecuzione*, le stesse garanzie assicurative prestate dalla mandataria capogruppo coprono senza alcuna riserva anche i danni causati dalle imprese mandanti. Ai sensi dell'art. 128, comma 2, del *Regolamento di esecuzione*, nel caso di raggruppamenti temporanei o consorzi ordinari di tipo verticale di cui all'art. 37, comma 6, del *Codice dei contratti*, le imprese mandanti assuntrici delle lavorazioni appartenenti alle categorie scorporabili, possono presentare apposite garanzie assicurative “pro quota” in relazione ai lavori da esse assunti.
7. Ai sensi dell'art. 125, comma 3, secondo periodo, del *Regolamento di esecuzione* le garanzie di cui al comma 3, limitatamente alla lettera a), e al comma 4, sono estese fino a 12 (dodici) mesi dopo la data dell'emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione; a tale scopo:
 - l'estensione deve risultare dalla polizza assicurativa;
 - l'assicurazione copre i danni dovuti a causa risalente al periodo di esecuzione o dovuti a fatto dell'*Appaltatore* nelle operazioni di manutenzione previste tra gli obblighi del contratto d'appalto;
 - restano ferme le condizioni di cui ai commi 5 e 6.
8. Prima dell'emissione del certificato di collaudo provvisorio, l'*Appaltatore* si obbliga a presentare una polizza assicurativa indennitaria decennale postuma ai sensi dell'art. 129, comma 2, del *Codice dei contratti* e dell'art. 126 del *Regolamento di esecuzione*, con decorrenza dalla data di emissione del predetto certificato e cessazione alla scadenza del decimo anno dalla stessa data. La polizza deve contenere la previsione del pagamento in favore della *Stazione appaltante* non appena questa lo richieda, anche in pendenza dell'accertamento della responsabilità e senza che occorran consensi e autorizzazioni di qualunque specie. Il premio è stabilito in misura unica e indivisibile per le coperture di cui alle lettere a) e b). Le garanzie assicurative sono efficaci anche in caso di omesso o ritardato pagamento delle somme dovute a titolo di premio da parte dell'*Appaltatore* fino ai successivi due mesi e devono essere prestate in conformità allo schema-tipo 2.3 allegato al decreto ministeriale 12 marzo 2004, n. 123.

Tale polizza deve prevedere:

- l'indennizzo per la copertura dei rischi di rovina totale o parziale dell'opera, ovvero dei rischi derivanti da gravi difetti costruttivi pari al 20% (venti per cento) dell'opera realizzata;
- l'indennizzo per responsabilità civile per danni cagionati a terzi pari al 5% (cinque

- per cento) del valore dell'opera realizzata;
- che gli importi di cui alla lettera a), siano rivalutati annualmente in base agli indici ISTAT o, se più favorevoli alla Stazione appaltante, in base alla variazione del prezzario regionale relativi ai costi di costruzione.
9. In relazione all'assicurazione per la copertura dei rischi di rovina totale o parziale dell'opera, ovvero dei rischi derivanti da gravi difetti costruttivi e all'assicurazione di responsabilità civile di cui al comma 8, lettere a) e b), tali franchigie o scoperti non sono opponibili alla *Stazione appaltante*.
10. In caso di raggruppamenti temporanei o consorzi ordinari alla garanzia assicurativa di cui al comma 8 si applica la disciplina di cui al comma 6, terzo periodo.

Art. 46 Assicurazione relativa alla progettazione

1. Ai sensi del combinato disposto degli articoli 53, comma 3, e 111, comma 1, del Codice dei contratti, nonché dell'articolo 269 del d.P.R. n. 207 del 2010, deve essere presentata alla Stazione committente una polizza di responsabilità civile professionale per i rischi di progettazione, a far data dall'approvazione della progettazione esecutiva di cui all'articolo 16, comma 1, per tutta la durata dei lavori e sino alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio; la polizza deve coprire le nuove spese di progettazione e i maggiori costi che l'amministrazione dovesse sopportare per le varianti di cui all'articolo 132, comma 1, lettera e), del Codice dei contratti, resi necessarie in corso di esecuzione.
2. Ai sensi dell'art. 111, comma 1, terzo periodo, del *Codice dei contratti*, la garanzia è prestata per un massimale non inferiore al 10% (dieci per cento) dell'importo dei lavori progettati, con il limite di € 1.000.000,00 (unmilione/00 euro).
3. Se il contratto di assicurazione prevede importi o percentuali di scoperto o di franchigia, queste condizioni non sono opponibili alla Stazione committente.
4. L'assicurazione deve essere presentata, in alternativa:
 - a) dal progettista titolare della progettazione esecutiva indicato in sede di gara e incaricato dall'appaltatore o associato temporaneamente a quest'ultimo ai sensi dell'articolo 53, comma 3, del Codice dei contratti;
 - b) dall'appaltatore medesimo se questi è qualificato per la progettazione ai sensi dell'articolo 79, comma 7, del d.P.R. n. 207 del 2010 e la progettazione esecutiva è redatta dallo suo staff tecnico.

CAPO 7 DISPOSIZIONI PER L'ESECUZIONE

Art. 47 Cantierizzazione dei lavori

L'*Appaltatore* per l'esecuzione dei lavori predisporrà un *piano di cantierizzazione* con previsione delle varie fasi lavorative di avanzamento del cantiere, delle opere provvisoriale e degli apprestamenti da porre in atto.

Art. 48 Variazione dei lavori

1. La Stazione appaltante si riserva la facoltà di introdurre nelle opere oggetto dell'appalto quelle varianti che a suo insindacabile giudizio ritenga opportune, senza che per questo l'Appaltatore possa pretendere compensi all'infuori del pagamento a conguaglio dei lavori eseguiti in più o in meno con l'osservanza delle prescrizioni ed entro i limiti stabiliti dagli artt. 43, comma 8, 161 e 162 del Regolamento di esecuzione e dall'art. 132 del Codice dei contratti.
2. Non sono riconosciute varianti al progetto architettonico/impiantistico e delle strutture, prestazioni e forniture extra contrattuali di qualsiasi genere, eseguite senza preventivo ordine scritto della D.L., recante anche gli estremi dell'approvazione da parte della *Stazione appaltante*, ove questa sia prescritta dalla legge o dal regolamento.
3. Qualunque reclamo o riserva che l'*Appaltatore* si credesse in diritto di opporre deve essere presentato per iscritto alla D.L. prima dell'esecuzione dell'opera oggetto della contestazione. Non sono prese in considerazione domande di maggiori compensi su quanto stabilito in contratto, per qualsiasi natura o ragione, qualora non vi sia accordo preventivo scritto prima dell'inizio dell'opera oggetto di tali richieste.
4. Non sono considerati varianti, ai sensi del comma 1, gli interventi disposti dalla D.L. per risolvere aspetti di dettaglio contenuti entro un importo non superiore al 5% (cinque per cento) delle categorie omogenee dei lavori in appalto, come individuate nell'art. 5 e che non comportino un aumento dell'importo del contratto stipulato.
5. Sono ammesse, nell'esclusivo interesse della *Stazione appaltante*, le varianti, in aumento o in diminuzione, finalizzate al miglioramento dell'opera e alla sua funzionalità, sempre che non comportino modifiche sostanziali e siano motivate da obiettive esigenze derivanti da circostanze sopravvenute e imprevedibili al momento della stipula del contratto. L'importo in aumento relativo a tali varianti non può superare il 5% (cinque per cento) dell'importo originario del contratto e deve trovare copertura nella somma stanziata per l'esecuzione dell'opera.
6. Salvo i casi di cui ai commi 4 e 5, è sottoscritto un atto di sottomissione quale appendice contrattuale, che deve indicare le modalità di contrattazione e contabilizzazione delle lavorazioni in variante.
7. Sono ammesse variazioni alle indicazioni progettuali, purché stabilite dalla D.L. in corso d'opera e definite a seguito di valutazioni di opportunità stilistico-architettonica/strutturali o di scelte qualitativamente migliorative.

Art. 49 Varianti per errori od omissioni progettuali

1. Qualora nel *progetto esecutivo delle strutture* redatto dall'*Appaltatore* si riscontrino errori od omissioni tali da pregiudicare, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera, oppure la sua utilizzazione, la *Stazione appaltante* procede alla redazione e approvazione di una apposita variante.
2. Ai sensi degli artt. 132, comma 2, del *Codice dei contratti* e 161, comma 18, del *Regolamento di esecuzione*, qualora la variante di cui al comma precedente derivi da errori od omissioni progettuali imputabili all'esecutore, sono a suo totale carico l'onere della nuova progettazione, le maggiori spese e gli ulteriori danni subiti dalla *Stazione appaltante*.

3. Ai sensi dell'art. 132, comma 4, del *Codice dei contratti*, ove la variante di cui al comma 1 del presente articolo ecceda il quinto dell'importo originario del contratto, la *Stazione appaltante* procede alla risoluzione del contratto.
4. Qualora gli errori o le omissioni nella progettazione esecutiva non siano tali da comportare la risoluzione del contratto a norma del precedente comma 3, la *Stazione appaltante* può chiedere all'*Appaltatore* di provvedere a propria cura e spese alla nuova progettazione indicandone i termini perentori. Resta ferma la facoltà per la *Stazione appaltante* di affidare la nuova progettazione a un progettista diverso da quello originariamente incaricato qualora, in ragione degli errori od omissioni riscontrati, quest'ultimo non dia più garanzia di affidabilità.

Art. 50 Prezzi applicabili ai nuovi lavori e nuovi prezzi

1. Ai sensi dell'art. 161, comma 6, del *Regolamento di esecuzione*, le variazioni sono valutate ai prezzi di contratto, ma se comportano categorie di lavorazioni non previste o si debbono impiegare materiali per i quali non risulta fissato il prezzo contrattuale si provvede alla formazione di nuovi prezzi a norma dell'art. 163 del citato Regolamento.

CAPO 8 DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA

Art. 51 Norme di sicurezza generali

1. I lavori appaltati devono svolgersi nel pieno rispetto di tutte le norme vigenti in materia di prevenzione degli infortuni e igiene del lavoro e in ogni caso in condizioni di permanente sicurezza e igiene.
2. L'*Appaltatore* è altresì obbligato a osservare scrupolosamente le disposizioni del vigente Regolamento locale di Igiene, per quanto attiene la gestione del cantiere.
3. L'*Appaltatore* predispone, per tempo e secondo quanto previsto dalle vigenti disposizioni, gli appositi piani per la riduzione del rumore, in relazione al personale e alle attrezzature utilizzate.
4. L'*Appaltatore* non può iniziare o continuare i lavori qualora sia in difetto nell'applicazione di quanto stabilito nel presente articolo.

Art. 52 Sicurezza sul luogo di lavoro

1. L'*Appaltatore* è obbligato a fornire alla Stazione appaltante, entro 30 (trenta) giorni dall'aggiudicazione, l'indicazione dei contratti collettivi applicati ai lavoratori dipendenti e una certificazione di regolarità contributiva (D.U.R.C.); in ogni caso tale certificazione va acquisita dalla Stazione appaltante prima della firma del contratto di appalto.
2. L'*Appaltatore* è obbligato a osservare le misure generali di tutela di cui al decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. nonché le altre misure di prevenzione previste dalle disposizioni del medesimo decreto applicabili alle lavorazioni previste nel cantiere.

Art. 53 Piano di sicurezza e coordinamento

1. L'*Appaltatore* è obbligato a osservare scrupolosamente e senza riserve o eccezioni le

previsioni del piano di sicurezza e di coordinamento facente parte integrante del contratto ai sensi dell'art. 131, comma 3, primo periodo, del Codice dei contratti.

2. Ai sensi dell'art. 131, comma 3, secondo periodo, del Codice dei contratti, le gravi o ripetute violazioni dei piani stessi da parte dell'Appaltatore, previa formale costituzione in mora dell'interessato, costituiscono causa di risoluzione del contratto.
3. Ai sensi dell'art. 131, comma 3, ultimo periodo, del Codice dei contratti, il direttore di cantiere e il Coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione, ciascuno nell'ambito delle proprie competenze, vigilano sull'osservanza dei piani di sicurezza.

Art. 54 Modifiche e integrazioni al piano di sicurezza e di coordinamento

1. Ai sensi dell'art. 131, comma 4, del *Codice dei contratti*, l'Appaltatore, prima dell'inizio dei lavori ovvero in corso d'opera, può presentare al Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione proposte motivate di modificazione o di integrazione al piano di sicurezza e di coordinamento: a) per adeguarne i contenuti alle proprie tecnologie; b) per garantire il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori eventualmente disattese dal piano stesso.
2. L'Appaltatore ha diritto che il Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione si pronunci tempestivamente, con atto motivato da annotare sulla documentazione di cantiere e comunque vincolante, sulle proposte di modificazione o di integrazione al piano di sicurezza e di coordinamento presentate a norma del precedente comma.
3. Qualora, entro il termine di 3 (tre) giorni lavorativi dalla loro presentazione, il Coordinatore per la sicurezza non si pronunci, le proposte di modificazione o di integrazione al piano di sicurezza e di coordinamento di cui al precedente comma 1, lettera a), si intendono accolte mentre quelle di cui al medesimo comma 1, lettera b), si presumono rigettate.
4. Nei casi di cui al precedente comma 1, lettera a), l'eventuale accoglimento delle modificazioni e integrazioni proposte non può in alcun modo giustificare variazioni o adeguamenti dei prezzi pattuiti, né maggiorazioni di alcun genere del corrispettivo.
5. Nei casi di cui al precedente comma 1, lettera b), qualora l'eventuale accoglimento delle modificazioni e integrazioni comporti maggiori oneri a carico dell'impresa e tale circostanza sia debitamente provata e documentata, trova applicazione la disciplina delle varianti contenuta nell'art. 48 del presente *Capitolato speciale d'appalto*.

Art. 55 Piano operativo di sicurezza

1. L'Appaltatore, entro 30 (trenta) giorni dall'aggiudicazione e comunque prima dell'inizio dei lavori, deve predisporre e consegnare alla D.L. o, se nominato, al Coordinatore per la sicurezza nella fase di esecuzione, un piano operativo di sicurezza per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori. Il piano operativo di sicurezza, redatto ai sensi del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i., comprende il documento di valutazione dei rischi di cui all'art. 18 e gli adempimenti di cui all'art. 26, comma 1, lettera b) del medesimo decreto legislativo, con riferimento allo specifico cantiere e deve essere aggiornato rispetto alle previsioni originarie a ogni mutamento delle lavorazioni. Ai sensi dell'art.

131 del Codice dei contratti, l'*Appaltatore* è tenuto ad acquisire i piani operativi di sicurezza redatti dalle imprese subappaltatrici, nonché a curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani operativi di sicurezza compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato dall'*Appaltatore*.

2. Il piano operativo di sicurezza costituisce piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza e di coordinamento.
3. L'*Appaltatore* può, nel corso dei lavori, apportare motivatamente modifiche e integrazioni al piano di sicurezza sostitutivo delle misure per la sicurezza fisica dei lavoratori purché si tratti di renderlo coerente a nuove situazioni oggettive oppure di concreti e dimostrati miglioramenti alle misure di sicurezza. Alle citate modifiche e integrazioni si applica la medesima disciplina dell'art. 54 del presente Capitolato speciale d'appalto.

Art. 56 Osservanza e attuazione dei piani di sicurezza

1. L'*Appaltatore* è obbligato a osservare le misure generali di tutela di cui al decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i., con particolare riguardo alle circostanze e agli adempimenti descritti agli artt. 15 e 17 e all'allegato XIII.
2. I piani di sicurezza devono essere redatti in conformità alle direttive 89/391/CEE del Consiglio del 12 giugno 1989, 92/57/CEE del Consiglio del 24 giugno 1992, alla relativa normativa nazionale di recepimento, al decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i.
3. L'*Appaltatore* è obbligato a comunicare tempestivamente prima dell'inizio dei lavori e quindi periodicamente, a richiesta della *Stazione appaltante* o del Coordinatore, l'iscrizione alla Camera di commercio, industria, artigianato e agricoltura, l'indicazione dei contratti collettivi applicati ai lavoratori dipendenti e a presentare idonea certificazione circa l'assolvimento degli obblighi assicurativi e previdenziali. L'affidatario è tenuto a curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani redatti dalle imprese subappaltatrici compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato dall'*Appaltatore*. In caso di associazione temporanea o di consorzio di imprese detto obbligo incombe all'impresa mandataria capogruppo. Il direttore tecnico di cantiere è responsabile del rispetto del piano da parte di tutte le imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori.
4. Il piano di sicurezza e di coordinamento, o il piano di sicurezza sostitutivo, nei casi previsti, e il piano operativo di sicurezza formano parte integrante del contratto di appalto. Le gravi o ripetute violazioni dei piani stessi da parte dell'*Appaltatore*, comunque accertate, previa formale costituzione in mora dell'interessato, costituiscono causa di risoluzione del contratto.

Art. 57 Bonifica

1. L'*Appaltatore* dovrà procedere a bonificare le zone interessate dai lavori secondo il progetto architettonico/impiantistico e delle strutture e secondo le eventuali ulteriori prescrizioni impartite dal D.L..

CAPO 9 DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO

Art. 58 Subappalto

1. Ai sensi dell'art. 118, comma 1, primo periodo, del *Codice dei contratti*, l'affidatario è tenuto a eseguire in proprio le prestazioni oggetto d'appalto.
2. Tutte le lavorazioni, a qualsiasi categoria appartengano, sono scorporabili o subappaltabili a scelta del concorrente, ferme restando le prescrizioni di cui all'art. 4 del presente Capitolato, l'osservanza dell'art. 118 del Codice dei contratti, come di seguito specificato:
 - ai sensi dell'art. 37, comma 11, del *Codice dei contratti*, è vietato il subappalto o il subaffidamento in cottimo dei lavori costituenti strutture, impianti e opere speciali, di cui all'art. 107, comma 2, del *Regolamento di esecuzione*, di importo superiore al 15% (quindici per cento) dell'importo totale dei lavori in appalto;
 - è vietato il subappalto o il subaffidamento in cottimo dei lavori appartenenti alla categoria prevalente per una quota superiore al 30% (trenta per cento), in termini economici, dell'importo dei lavori della stessa categoria prevalente;
 - i lavori delle categorie generali diverse da quella prevalente, nonché i lavori costituenti strutture, impianti e opere speciali, di cui all'art. 107, comma 2, del *Regolamento di esecuzione*, di importo superiore al 10% (dieci per cento) dell'importo totale dei lavori oppure a € 150.000,00 (centocinquantamila/00 euro) ma non superiore al 15% (quindici per cento) dell'importo totale, a tale fine indicati nel bando, devono essere obbligatoriamente subappaltati, qualora l'*Appaltatore* non abbia i requisiti per la loro esecuzione; il subappalto deve essere richiesto e autorizzato unitariamente con divieto di frazionamento in più subcontratti o subaffidamenti per i lavori della stessa categoria;
 - fermo restando il divieto di cui alla lettera a), i lavori delle categorie diverse da quella prevalente e a tale fine indicati nel bando o nel presente *Capitolato speciale d'appalto* possono essere subappaltati o subaffidati in cottimo per la loro totalità.
3. L'affidamento in subappalto o in cottimo è consentito, previa autorizzazione della *Stazione appaltante*, alle seguenti condizioni:
 - a) che l'*Appaltatore* abbia indicato all'atto dell'offerta o in caso di varianti i lavori o le parti di opere che intende subappaltare o concedere in cottimo; l'omissione delle indicazioni sta a significare che il ricorso al subappalto o al cottimo è vietato e non può essere autorizzato;
 - b) che l'*Appaltatore* provveda al deposito di copia autentica del contratto di subappalto presso la *Stazione appaltante* almeno 20 (venti) giorni prima della data di effettivo inizio dell'esecuzione delle relative lavorazioni subappaltate, unitamente alla dichiarazione circa la sussistenza o meno di eventuali forme di controllo o di collegamento, a norma dell'art. 2359 del Codice civile, con l'impresa alla quale è affidato il subappalto o il cottimo; in caso di associazione temporanea, società di imprese o consorzio, analoga dichiarazione deve essere effettuata da ciascuna delle imprese partecipanti all'associazione, società o consorzio;
 - c) che l'*Appaltatore*, unitamente al deposito del contratto di subappalto presso la *Stazione appaltante*, ai sensi della lettera b), trasmetta alla *Stazione appaltante*:

- la documentazione attestante che il subappaltatore è in possesso dei requisiti prescritti dalla normativa vigente per la partecipazione alle gare di lavori pubblici, in relazione alla categoria e all'importo dei lavori da realizzare in subappalto o in cottimo;
 - una o più dichiarazioni del subappaltatore, rilasciate ai sensi degli artt. 46 e 47 del decreto del Presidente della Repubblica 28 dicembre 2000, n. 445, attestante il possesso dei requisiti di ordine generale e assenza della cause di esclusione di cui all'art. 38 del *Codice dei contratti*;
- d) che non sussista, nei confronti del subappaltatore, alcuno dei divieti previsti dall'art. 10 della legge 31 maggio 1965, n. 575 e s.m.i. E che l'*Appaltatore* deve produrre alla *Stazione appaltante* la documentazione necessaria agli adempimenti di cui alla vigente legislazione in materia di prevenzione dei fenomeni mafiosi e lotta alla delinquenza organizzata, relativamente alle imprese subappaltatrici e cottimiste, con le modalità di cui al decreto del Presidente della Repubblica 3 giugno 1998, n. 252; resta fermo che, ai sensi dell'art. 12, comma 4, dello stesso decreto del Presidente della Repubblica 3 giugno 1998, n. 252, il subappalto è vietato, a prescindere dall'importo dei relativi lavori, qualora per l'impresa subappaltatrice sia accertata una delle situazioni indicate dall'art. 10, comma 7, del citato decreto.
4. L'affidamento in subappalto è altresì subordinato all'osservanza degli obblighi in materia di tracciabilità dei flussi finanziari di cui all'art. 36 del presente *Capitolato speciale d'appalto*.
5. Il subappalto e l'affidamento in cottimo devono essere autorizzati preventivamente dalla *Stazione appaltante* in seguito a richiesta scritta dell'*Appaltatore*; l'autorizzazione è rilasciata entro 30 (trenta) giorni dal ricevimento della richiesta; tale termine può essere prorogato una sola volta per non più di 30 (trenta) giorni, ove ricorrano giustificati motivi; trascorso il medesimo termine, eventualmente prorogato, senza che la *Stazione appaltante* abbia provveduto, l'autorizzazione si intende concessa a tutti gli effetti qualora siano verificate tutte le condizioni di legge per l'affidamento del subappalto. Per i subappalti o cottimi di importo inferiore al 2% (due per cento) dell'importo contrattuale o di importo inferiore a €100.000,00 (centomila/00 euro), i termini per il rilascio dell'autorizzazione da parte della *Stazione appaltante* sono ridotti della metà.
6. Ai sensi dell'art. 118, commi da 4 a 7, del *Codice dei contratti*, l'affidamento di lavori in subappalto o in cottimo comporta i seguenti obblighi:
- a) l'*Appaltatore* deve praticare, per i lavori e le opere affidate in subappalto, i prezzi risultanti dall'aggiudicazione ribassati in misura non superiore al 20% (venti per cento); gli oneri per la sicurezza relativi ai lavori affidati in subappalto devono essere pattuiti al prezzo originario previsto dal progetto, senza alcun ribasso; la *Stazione appaltante*, sentiti la D.L. e il Coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione, provvede alla verifica dell'effettiva applicazione della presente disposizione;
 - b) nei cartelli esposti all'esterno del cantiere devono essere indicati anche i nominativi di tutte le imprese subappaltatrici, completi dell'indicazione della categoria dei lavori subappaltati e dell'importo dei medesimi;
 - c) le imprese subappaltatrici devono osservare integralmente il trattamento economico e

normativo stabilito dai contratti collettivi nazionale e territoriale in vigore per il settore e per la zona nella quale si svolgono i lavori e sono responsabili, in solido con l'*Appaltatore*, dell'osservanza delle norme anzidette nei confronti dei loro dipendenti per le prestazioni rese nell'ambito del subappalto;

- d) le imprese subappaltatrici, per tramite dell'*Appaltatore*, devono trasmettere alla *Stazione appaltante*, prima dell'inizio dei lavori in subappalto:
- la documentazione di avvenuta denuncia agli enti previdenziali, inclusa la Cassa Edile, assicurativi e antinfortunistici; devono altresì trasmettere, a scadenza trimestrale e, in ogni caso, alla conclusione dei lavori in subappalto, copia dei versamenti contributivi, previdenziali, assicurativi nonché di quelli dovuti agli organismi paritetici previsti dalla contrattazione collettiva;
 - copia del piano operativo di sicurezza di cui all'art. 131, comma 2, lettera c), del *Codice dei contratti* predisposto dall'*Appaltatore* ai sensi dell'art. 55 del presente *Capitolato speciale d'appalto*.
7. Le presenti disposizioni si applicano anche alle associazioni temporanee di imprese e alle società anche consortili, quando le imprese riunite o consorziate non intendono eseguire direttamente i lavori scorporabili.
8. Ai sensi dell'art. 118, comma 11, primo periodo, del *Codice dei contratti*, è considerato subappalto qualsiasi contratto avente a oggetto attività ovunque espletate che richiedano l'impiego di manodopera, quali le forniture con posa in opera e i noli a caldo, se singolarmente di importo superiore al 2% (due per cento) dell'importo dei lavori affidati o di importo superiore a € 100.000,00 (centomila/00 euro) e qualora l'incidenza del costo della manodopera e del personale sia superiore al 50% (cinquanta per cento) dell'importo del contratto di subappalto.
9. I lavori affidati in subappalto non possono essere oggetto di ulteriore subappalto, pertanto il subappaltatore non può subappaltare a sua volta i lavori. Fanno eccezione al predetto divieto le forniture con posa in opera di impianti e di strutture speciali individuate con apposito regolamento; in tali casi il fornitore o il subappaltatore, per la posa in opera o il montaggio, può avvalersi di imprese di propria fiducia per le quali non sussista alcuno dei divieti di cui al comma 3, lettera d). È fatto obbligo all'*Appaltatore* di comunicare alla *Stazione appaltante*, per tutti i sub-contratti, il nome del sub-contraente, l'importo del sub-contratto, l'oggetto del lavoro, servizio o fornitura affidati.
10. Le disposizioni contenute nel presente articolo si applicano anche al cottimo. Ai sensi dell'art. 170, comma 6, del *Regolamento di esecuzione*, il cottimo consiste nell'affidamento della sola lavorazione relativa alla categoria subappaltabile a impresa subappaltatrice in possesso dei necessari requisiti di qualificazione in relazione all'importo dei lavori affidati e non all'importo del contratto, che può risultare inferiore per effetto della eventuale fornitura diretta, in tutto o in parte, di materiali, apparecchiature e mezzi d'opera da parte dell'esecutore.
11. Relativamente alla prestazione di progettazione, il subappalto è ammesso nei limiti di cui all'art. 91, comma 3, del *Codice dei contratti*. In tal caso, ai sensi dell'art. 252, comma 5, del *Regolamento di esecuzione*, si applicano le disposizioni di cui all'art. 118 del *Codice dei contratti*.

Art. 59 Responsabilità in materia di subappalto

1. L'*Appaltatore* resta in ogni caso responsabile nei confronti della *Stazione appaltante* per l'esecuzione delle opere oggetto di subappalto, sollevando la *Stazione appaltante* medesima da ogni pretesa dei subappaltatori o da richieste di risarcimento danni avanzate da terzi in conseguenza all'esecuzione di lavori subappaltati.
2. La D.L. e il R.U.P., nonché il Coordinatore per l'esecuzione in materia di sicurezza di cui al decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, provvedono a verificare, ognuno per la propria competenza, il rispetto di tutte le condizioni di ammissibilità del subappalto.
3. Il subappalto non autorizzato comporta inadempimento contrattualmente grave e costituisce pertanto presupposto per l'avvio della procedura di risoluzione del contratto a norma dell'art. 136, comma 1, del *Codice dei contratti*, ferme restando le sanzioni penali previste dall'art. 21 della legge 13 settembre 1982, n. 646, come modificato dal decreto legge 29 aprile 1995, n. 139, convertito con legge 28 giugno 1995, n. 246 (ammenda fino a un terzo dell'importo dell'appalto, arresto da sei mesi a un anno).
4. Ai sensi dell'art. 118, comma 6, primo periodo, del *Codice dei contratti*, l'*Appaltatore* è responsabile in solido con i subappaltatori/cottimisti dell'integrale osservanza del trattamento economico e normativo stabilito a favore dei dipendenti di questi ultimi dai contratti collettivi nazionale e territoriale in vigore per il settore e per la zona nella quale si eseguono le prestazioni.
5. Ai sensi dell'art. 35, comma 28, del decreto legge 4 luglio 2006, n. 223 convertito con legge 4 agosto 2006, n. 248, l'*Appaltatore* risponde in solido con il subappaltatore della effettuazione e del versamento delle ritenute fiscali sui redditi di lavoro dipendente e del versamento dei contributi previdenziali e dei contributi assicurativi obbligatori per gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali dei dipendenti a cui è tenuto il subappaltatore medesimo.

Art. 60 Pagamento dei subappaltatori

1. La *Stazione appaltante* non provvede al pagamento diretto dei subappaltatori e dei cottimisti, tranne che nell'ipotesi di cui all'art. 37, comma 11, del *Codice dei contratti*.
2. L'*Appaltatore* è obbligato a trasmettere alla stessa *Stazione appaltante*, entro 20 (venti) giorni dalla data di ciascun pagamento effettuato a proprio favore, copia delle fatture quietanzate relative ai pagamenti da esso corrisposti ai medesimi subappaltatori o cottimisti, con l'indicazione delle eventuali ritenute di garanzia effettuate.
3. I pagamenti al subappaltatore, comunque effettuati, sono subordinati all'acquisizione del D.U.R.C. del subappaltatore.
4. Qualora l'*Appaltatore* non provveda, la *Stazione appaltante* può imporgli con diffida scritta di adempiere entro 10 (dieci) giorni, e, in caso di ulteriore inadempimento, sospende l'erogazione delle rate di acconto o di saldo a norma degli artt. 118, comma 3, secondo periodo, del *Codice dei contratti* e 170, comma 7, del *Regolamento di esecuzione*.
5. L'ulteriore inadempimento di cui al precedente comma costituisce presupposto per l'avvio della procedura di risoluzione prevista dall'art. 136, comma 1, del *Codice dei contratti*,

fermo restando che tale risoluzione non avrà luogo qualora l'*Appaltatore* dimostri che la mancata trasmissione non è conseguenza del mancato pagamento del subappaltatore.

6. La documentazione contabile di cui al comma 1 deve dare atto separatamente degli eventuali oneri per la sicurezza da liquidare al subappaltatore.
7. Ai sensi dell'art. 17, ultimo comma, del decreto del Presidente della Repubblica 26 ottobre 1972, n. 633, come integrato dall'art. 35, comma 5, del decreto legge 4 luglio 2006, n. 223, gli adempimenti in materia di I.V.A. relativi alle fatture quietanziate di cui al comma 1 devono essere assolti dall'*Appaltatore* principale.

CAPO 10 CONTESTAZIONI, VERIFICHE, DIFETTI ED ECCEDENZE, CONTROVERSIE E MANODOPERA

Art. 61 Contestazioni tra Stazione appaltante e Appaltatore. Verifiche nel corso di esecuzione dei lavori. Difetti di costruzione. Eccedenze.

1. Ai sensi dell'art. 164, comma 1, del *Regolamento di esecuzione*, la D.L. o l'esecutore comunicano al R.U.P. le contestazioni insorte circa aspetti tecnici che possono influire sull'esecuzione dei lavori; il R.U.P. convoca le parti entro 15 (quindici) giorni dalla comunicazione e promuove, in contraddittorio, l'esame della questione al fine di risolvere la controversia; la decisione del R.U.P. è comunicata all'esecutore, il quale ha l'obbligo di uniformarvisi, salvo il diritto di iscrivere riserva nel registro di contabilità in occasione della sottoscrizione.
2. Ai sensi dell'art. 164, commi 2 e 3, del *Regolamento di esecuzione*, se le contestazioni riguardano fatti, la D.L. redige in contraddittorio con l'esecutore un processo verbale delle circostanze contestate o, mancando questi, in presenza di due testimoni; in quest'ultimo caso copia del verbale è comunicata all'esecutore per le sue osservazioni, da presentarsi alla D.L. nel termine di 8 (otto) giorni dalla data del ricevimento; in mancanza di osservazioni entro tale termine, le risultanze del verbale si intendono definitivamente accettate; il predetto verbale sottoscritto dall'esecutore o dai testimoni è trasmesso al R.U.P. con le eventuali osservazioni dell'esecutore medesimo.
3. Ai sensi dell'art. 19 del *Capitolato generale*, i controlli e le verifiche eseguite dalla *Stazione appaltante* nel corso dell'appalto non escludono la responsabilità dell'*Appaltatore* per vizi, difetti e difformità dell'opera, di parte di essa, o dei materiali impiegati, né la garanzia dell'*Appaltatore* stesso per le parti di lavoro e materiali già controllati; tali controlli e verifiche non determinano l'insorgere di alcun diritto in capo all'*Appaltatore*, né alcuna preclusione in capo alla *Stazione appaltante*.
4. Ai sensi dell'art. 18 del *Capitolato generale*, l'*Appaltatore* deve demolire e rifare a sue spese le lavorazioni che la D.L. accerta eseguite senza la necessaria diligenza o con materiali diversi da quelli prescritti contrattualmente o che, dopo la loro accettazione e messa in opera, abbiano rivelato difetti o inadeguatezze; se l'*Appaltatore* contesta l'ordine della D.L., la decisione è rimessa al R.U.P.; qualora l'*Appaltatore* non ottemperi all'ordine ricevuto, si procede di ufficio a quanto necessario per il rispetto del contratto. Qualora la

D.L. presume che esistano difetti di costruzione, può ordinare che le necessarie verifiche siano disposte in contraddittorio con l'*Appaltatore*; quando i vizi di costruzione siano accertati, le spese delle verifiche sono a carico dell'*Appaltatore*, in caso contrario l'*Appaltatore* ha diritto al rimborso di tali spese e di quelle sostenute per il ripristino della situazione originaria, con esclusione di qualsiasi altro indennizzo o compenso.

5. Ai sensi dell'art. 227, comma 1, del *Regolamento di esecuzione*, riscontrandosi nella visita di collaudo difetti o mancanze riguardo all'esecuzione dei lavori tali da rendere il lavoro assolutamente inaccettabile, l'organo di collaudo rifiuta l'emissione del certificato di collaudo e procede a termini dell'art. 232 del medesimo Regolamento. Ai sensi dell'art. 227, comma 2, del *Regolamento di esecuzione*, se i difetti e le mancanze sono di poca entità e sono riparabili in breve tempo, l'organo di collaudo prescrive specificatamente le lavorazioni da eseguire, assegnando all'esecutore un termine; il certificato di collaudo non è rilasciato sino a che da apposita dichiarazione della D.L., confermata dal R.U.P., risulti che l'esecutore abbia completamente e regolarmente eseguito le lavorazioni prescrittegli, ferma restando la facoltà dell'organo di collaudo di procedere direttamente alla relativa verifica; nel caso di inottemperanza da parte dell'esecutore si applicano le disposizioni di cui all'art. 224, comma 3, del citato Regolamento in materia di esecuzione in danno e lavori in economia. Ai sensi dell'art. 227, comma 3, del *Regolamento di esecuzione*, se i difetti e le mancanze non pregiudicano la stabilità dell'opera e la regolarità del servizio cui l'intervento è strumentale, l'organo di collaudo determina, nell'emissione del certificato, la somma che, in conseguenza dei riscontrati difetti, deve detrarsi dal credito dell'esecutore.
6. Ai sensi degli artt. 141, comma 10, del *Codice dei contratti* e 229, comma 3, del *Regolamento di esecuzione*, e salvo quanto disposto dall'art. 1669 del Codice civile, l'*Appaltatore*, indipendentemente dalla intervenuta liquidazione del saldo, risponde per le difformità e i vizi dell'opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati prima che il certificato di collaudo assuma carattere definitivo; il R.U.P. provvede a denunciare, entro il biennio di cui all'art. 141, comma 3, secondo periodo, del suddetto Codice, il vizio o il difetto e ad accertare, sentiti la D.L. e l'organo di collaudo in contraddittorio con l'esecutore, se detti difetti derivino da carenze nella realizzazione dell'opera; in tal caso propone alla *Stazione appaltante* di fare eseguire dall'esecutore, o in suo danno, i necessari interventi.
7. Ai sensi dell'art. 228, comma 1, del *Regolamento di esecuzione*, ove l'organo di collaudo riscontri lavorazioni meritevoli di collaudo, ma non preventivamente autorizzate, le ammette nella contabilità, previo parere vincolante della *Stazione appaltante*, solo se le ritiene indispensabili per l'esecuzione dell'opera e se l'importo totale dell'opera, compresi i lavori non autorizzati, non ecceda i limiti delle spese approvate; altrimenti sospende il rilascio del certificato di collaudo e ne riferisce al R.U.P. proponendo i provvedimenti che ritiene opportuni; il R.U.P. trasmette la relazione corredata dalle proposte dell'organo di collaudo, con proprio parere, alla *Stazione appaltante* che delibera al riguardo entro 30 (trenta) giorni dalla data di ricevimento della relazione.

Art. 62 Accordo bonario. Transazione. Definizione delle controversie

1. Ove ricorrano i presupposti di cui all'art. 240 del *Codice dei contratti*, la *Stazione appaltante* avvia il procedimento preordinato al raggiungimento di un accordo bonario in ordine alle riserve iscritte nei documenti contabili, nei limiti, con le modalità e nei termini previsti dalla citata disposizione.
2. Le controversie relative a diritti soggettivi derivanti dall'esecuzione del contratto possono essere definite con transazione, ai sensi dell'art. 239 del *Codice dei contratti*.
3. La definizione di tutte le controversie derivanti dall'esecuzione del contratto è devoluta all'autorità giudiziaria competente presso il Foro di Napoli ed è esclusa la competenza arbitrale.
4. L'organo che decide sulla controversia decide anche in ordine all'entità delle spese di giudizio e alla loro imputazione alle parti, in relazione agli importi accertati, al numero e alla complessità delle questioni.

Art. 63 Contratti collettivi e disposizioni sulla manodopera.

Durata giornaliera dei lavori

1. L'*Appaltatore* è tenuto all'esatta osservanza di tutte le leggi, regolamenti e norme vigenti in materia, nonché eventualmente entrate in vigore nel corso dei lavori, e in particolare:
 - a) nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'*Appaltatore* si obbliga ad applicare integralmente il contratto nazionale di lavoro per gli operai dipendenti dalle aziende industriali, edili e affini e gli accordi locali e aziendali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo e nella località in cui si svolgono i lavori;
 - b) i suddetti obblighi vincolano l'*Appaltatore* anche qualora non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da esse e indipendentemente dalla natura industriale o artigiana, dalla struttura o dalle dimensioni dell'impresa stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica, economica o sindacale;
 - c) è responsabile in rapporto alla *Stazione appaltante* dell'osservanza delle norme anzidette da parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi dipendenti, anche nei casi in cui il contratto collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto; il fatto che il subappalto non sia stato autorizzato non esime l'*Appaltatore* dalla responsabilità e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della *Stazione appaltante*;
 - d) è obbligato al regolare assolvimento degli obblighi contributivi in materia previdenziale, assistenziale, antinfortunistica e in ogni altro ambito tutelato dalle leggi speciali.
2. In caso di inottemperanza, accertata dalla *Stazione appaltante* o a essa segnalata da un ente preposto, la *Stazione appaltante* medesima comunica all'*Appaltatore* l'inadempienza accertata e procede a una detrazione del 20% (venti per cento) sui pagamenti in acconto, se i lavori sono in corso di esecuzione, oppure alla sospensione del pagamento del saldo, se i lavori sono ultimati, destinando le somme così accantonate a garanzia dell'adempimento degli obblighi di cui sopra; il pagamento all'impresa appaltatrice delle somme accantonate non è effettuato sino a quando non sia stato accertato che gli obblighi predetti sono stati integralmente adempiuti.
3. Ai sensi dell'art. 5 del *Regolamento di esecuzione*, in caso di ritardo nel pagamento delle

retribuzioni dovute al personale dipendente, qualora l'*Appaltatore* invitato a provvedervi, entro 15 (quindici) giorni non vi provveda o non contesti formalmente e motivatamente la legittimità della richiesta, la *Stazione appaltante* può pagare direttamente ai lavoratori le retribuzioni arretrate, anche in corso d'opera, detraendo il relativo importo dalle somme dovute all'*Appaltatore* in esecuzione del contratto.

4. Ad aggiudicazione avvenuta e ad avvio dei lavori saranno comunicate agli Enti previdenziali e assistenziali (INPS, INAIL, Cassa edile) i dati identificativi dell'appalto, dell'impresa esecutrice, della categoria dei lavori per i quali, eventualmente, sia stato chiesto il subappalto e la incidenza presunta della manodopera, con riferimento all'ammontare netto complessivo del contratto.
5. Copia dei verbali di consegna, ultimazione ed eventuali sospensioni e riprese delle opere saranno trasmessi a cura della *Stazione appaltante* agli Enti previdenziali e assistenziali.
6. L'*Appaltatore* e, per suo tramite, le eventuali imprese subappaltatrici dovranno presentare alla *Stazione appaltante*, prima della sottoscrizione del contratto e prima dell'emissione di ogni singolo stato avanzamento lavori, apposita certificazione di regolarità contributiva, fermo restando che durante il corso dei lavori potrà essere richiesta dalla D.L. copia dei versamenti contributivi, previdenziali e/o assistenziali dovuti dall'impresa o dagli eventuali subappaltatori in forza di norme e contratti di lavoro.
7. In ogni momento la D.L. e, per suo tramite, il R.U.P., possono richiedere all'*Appaltatore* e ai subappaltatori copia del libro matricola; possono altresì richiedere i documenti di riconoscimento al personale presente in cantiere e verificarne la effettiva iscrizione nei libri matricola dell'*Appaltatore* e del subappaltatore autorizzato.
8. Ai sensi degli artt. 18, comma 1, lettera u), 20, comma 3, e 26, comma 8, del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, l'*Appaltatore* è obbligato a fornire a ciascun soggetto occupato in cantiere una apposita tessera di riconoscimento, impermeabile ed esposta in forma visibile, corredata di fotografia, contenente le generalità del lavoratore e l'indicazione del datore di lavoro. L'*Appaltatore* risponde dello stesso obbligo anche per il personale dei subappaltatori/cottimisti autorizzati. I lavoratori sono tenuti a esporre detta tessera di riconoscimento. Agli stessi obblighi soggiacciono anche i lavoratori autonomi che esercitano direttamente la propria attività nei cantieri e il personale presente occasionalmente in cantiere che non sia dipendente dell'*Appaltatore* o degli eventuali subappaltatori/cottimisti autorizzati (soci, artigiani di ditte individuali senza dipendenti, professionisti, fornitori esterni e simili).
9. Qualora l'*Appaltatore* abbia meno di 10 (dieci) dipendenti, in sostituzione degli obblighi di cui al comma 8, deve riportare su apposito registro di cantiere da tenersi sul luogo di lavoro in posizione protetta e accessibile, gli estremi del personale giornalmente impiegato nei lavori. I lavoratori autonomi e il personale presente occasionalmente in cantiere che non sia dipendente dell'*Appaltatore* o degli eventuali subappaltatori devono provvedere all'annotazione di propria iniziativa.
10. La violazione degli obblighi di cui ai commi 8 e 9 comporta l'applicazione, in capo al datore di lavoro, della sanzione amministrativa da euro €100,00 (cento/00 euro) a €500,00 (cinquecento/00 euro) per ciascun lavoratore. Il lavoratore munito della tessera di riconoscimento di cui al comma 8 che non provvede a esporla è punito con la sanzione

amministrativa da €50,00 (cinquanta/00 euro) a €300,00 (trecento/00 euro). Nei confronti delle predette sanzioni non è ammessa la procedura di diffida di cui all'art. 13 del decreto legislativo 23 aprile 2004, n. 124.

Art. 64 Risoluzione del contratto. Esecuzione d'ufficio dei lavori

1. In relazione allo stato dei lavori e alle eventuali conseguenze nei riguardi delle finalità dell'intervento, il R.U.P., ai sensi dell'art. 135, comma 1, del Codice dei contratti, propone alla Stazione appaltante di procedere alla risoluzione del contratto quando:
 - nei confronti dell'*Appaltatore* sia adottato un provvedimento definitivo di applicazione di una o più misure di prevenzione di cui all'art. 3 della legge 27 dicembre 1956, n. 1423 e agli artt. 2 e seguenti della legge 31 maggio 1965, n. 575 (ora artt. 6 e 67 del decreto legislativo 6 settembre 2011, n. 159) ovvero sia intervenuta una sentenza di condanna passata in giudicato per i delitti previsti dall'art. 51, commi 3-bis e 3-quater, del Codice di procedura penale, dagli artt. 314, comma 1, 316, 316-bis, 317, 318, 319, 319-ter, 319-quater e 320 del Codice penale, nonché per reati di usura e riciclaggio, nonché per frodi, nei riguardi della stazione appaltante, di subappaltatori, di fornitori, di lavoratori o di altri soggetti comunque interessati ai lavori, nonché per violazione degli obblighi attinenti alla sicurezza sul lavoro.
2. La *Stazione appaltante*, ai sensi dell'art. 135, comma 1-bis, del *Codice dei contratti* avvia la risoluzione del *Contratto* qualora nei confronti dell'*Appaltatore* sia intervenuta la decadenza dell'attestazione di qualificazione, per aver il medesimo prodotto falsa documentazione o dichiarazioni mendaci, risultante dal casellario informatico.
3. Ai sensi dell'art. 135, comma 2, del Codice dei contratti, nel caso di risoluzione disposta a norma dei commi precedenti, l'*Appaltatore* ha diritto soltanto al pagamento dei lavori regolarmente eseguiti, decurtato degli oneri aggiuntivi derivanti dallo scioglimento del contratto.
8. Ai sensi dell'art. 6, comma 8, primo periodo, del *Regolamento di esecuzione*, in caso di ottenimento del D.U.R.C. dell'affidatario negativo per due volte consecutive, il R.U.P., acquisita una relazione particolareggiata predisposta dalla D.L., propone, ai sensi dell'art. 135, comma 1, del *Codice dei contratti*, la risoluzione del contratto, previa contestazione degli addebiti e assegnazione di un termine non inferiore a 15 (quindici) giorni per la presentazione delle controdeduzioni.
9. La *Stazione appaltante* avvia la procedura di risoluzione per grave inadempimento ai sensi dell'art. 136, comma 1, del *Codice dei contratti* qualora il *progetto esecutivo delle strutture* redatto dall'*Appaltatore* non sia meritevole di approvazione per le motivazioni di cui all'art. 17 del presente Capitolato.
10. Costituisce presupposto per l'avvio della procedura di risoluzione per grave inadempimento disciplinata dall'art. 136, comma 1, del *Codice dei contratti*, che resta comunque applicabile, oltre che nei casi previsti da altre disposizioni del presente Capitolato, anche in ogni altra ipotesi di grave inadempimento, il ricorrere di una delle seguenti circostanze:
 - a) frode nell'esecuzione dell'appalto;
 - b) mancato allestimento del cantiere e/o mancata adozione delle procedure e modalità

- esecutive delle opere indicate nell'offerta tecnica senza giustificato motivo e/o comunicazione alla *Stazione appaltante* e/o benessere di quest'ultima;
- c) sostituzione senza giustificato motivo e/o comunicazione alla *Stazione appaltante* e/o benessere di quest'ultima del direttore di cantiere, dei componenti del suo staff, delle maestranze, siccome individuati in sede di offerta, al di fuori delle ipotesi previste dal contratto;
 - d) sostituzione senza giustificato motivo e/o comunicazione alla *Stazione appaltante* e/o benessere di quest'ultima dei progettisti designati per la redazione del *progetto esecutivo delle strutture* o del professionista incaricato dell'integrazione fra le varie prestazioni specialistiche, come indicati in sede di offerta;
 - e) mutamento senza giustificato motivo e/o comunicazione alla *Stazione appaltante* e/o benessere di quest'ultima del luogo designato per la redazione del *progetto esecutivo delle strutture* in sede di offerta;
 - f) violazione dell'art. 37, comma 13, del *Codice dei contratti*;
 - g) non rispondenza dei beni forniti alle specifiche di contratto e allo scopo dell'opera;
 - h) immotivato inadempimento a qualunque disposizione concernente l'esecuzione del contratto impartita dagli organi della *Stazione appaltante*;
 - i) manifesta incapacità o inidoneità dell'*Appaltatore* o dei subappaltatori/cottimisti all'esecuzione delle prestazioni oggetto di contratto;
 - j) subappalto abusivo, associazione in partecipazione, cessione anche parziale del contratto o violazione di norme sostanziali regolanti il subappalto;
 - k) violazione degli obblighi attinenti alla sicurezza sul lavoro, inosservanza dei piani di sicurezza o delle prescrizioni impartite dal Coordinatore per la sicurezza, ovvero degli obblighi in qualità di datore di lavoro, ivi compresi quelli attinenti alla sicurezza sul lavoro, ovvero delle misure generali di tutela, previsti dalle vigenti normative in materia di sicurezza e salute dei lavoratori, di sicurezza dell'esercizio ferroviario e di tutela ambientale;
 - l) inadempienza accertata alle norme di legge sulla prevenzione degli infortuni e le assicurazioni obbligatorie del personale;
 - m) azioni od omissioni dell'*Appaltatore* preordinate a impedire l'accesso al cantiere agli organi della *Stazione appaltante* nonché a ogni altro organo ispettivo deputato ai controlli di legge.
11. Costituiscono presupposto per l'avvio della procedura di risoluzione per grave ritardo disciplinata all'art. 136, comma 4, del *Codice dei contratti*, al di fuori delle ipotesi già contemplate in altre disposizioni del presente *Capitolato speciale d'appalto*:
- a) mancata presa in consegna dei lavori o mancata presentazione per la presa in consegna dei lavori da parte dell'*Appaltatore*, entro il termine a tal fine fissato dalla *Stazione appaltante*;
 - b) ritardo, imputabile all'*Appaltatore*, superiore a 30 (trenta) giorni naturali consecutivi, rispetto al termine per la presentazione del *progetto esecutivo delle strutture*, eventualmente prorogato;
 - c) ritardo, imputabile all'*Appaltatore*, superiore a 60 (sessanta) giorni naturali consecutivi, rispetto al termine per l'ultimazione dei lavori, eventualmente prorogato;

- d) sospensione unilaterale e non autorizzata dei lavori da parte dell'*Appaltatore* che determini un ritardo rispetto alle previsioni del cronoprogramma;
12. Il contratto è altresì risolto in caso di perdita da parte dell'*Appaltatore*, dei requisiti per l'esecuzione dei lavori, quali il fallimento o la irrogazione di misure sanzionatorie o cautelari che inibiscono la capacità di contrattare con la pubblica amministrazione.
13. Nei casi di risoluzione del contratto, la comunicazione della decisione assunta dalla *Stazione appaltante* è fatta all'*Appaltatore* nella forma dell'ordine di servizio o della raccomandata con avviso di ricevimento. La *Stazione appaltante* provvede, ai sensi dell'art. 138, comma 1, del *Codice dei contratti*, alla redazione dello stato di consistenza dei lavori già eseguiti, all'inventario dei materiali, macchine, mezzi d'opera e alla relativa presa in consegna. La *Stazione appaltante* provvede altresì, ai sensi dell'art. 138, comma 2, del *Codice dei contratti*, alla redazione del verbale di accertamento tecnico e contabile. In sede di liquidazione finale dei lavori è determinato, ai sensi dell'art. 138, comma 3, del *Codice dei contratti*, l'onere da porre a carico dell'*Appaltatore* in relazione alla maggiore spesa sostenuta per affidare ad altra impresa i lavori, semprechè la *Stazione appaltante* non si sia avvalsa della facoltà di cui all'art. 140 del *Codice dei contratti*. In caso di risoluzione disposta ai sensi del presente articolo, l'*Appaltatore* è tenuto all'osservanza degli obblighi di cui all'art. 139 del *Codice dei contratti*.
14. È fatto salvo il diritto di recesso da parte della *Stazione appaltante* ai sensi dell'art. 134 del *Codice dei contratti*.
15. Nei casi di rescissione del contratto e di esecuzione d'ufficio, come pure in caso di fallimento dell'*Appaltatore*, i rapporti economici con questo o con il curatore sono definiti, con salvezza di ogni diritto e ulteriore azione della *Stazione appaltante*, nel seguente modo:
- ponendo a base d'asta del nuovo appalto l'importo lordo dei lavori di completamento da eseguire d'ufficio in danno, risultante dalla differenza tra l'ammontare complessivo lordo dei lavori posti a base d'asta nell'appalto originario, eventualmente incrementato per perizie in corso d'opera oggetto di regolare atto di sottomissione o comunque approvate o accettate dalle parti, e l'ammontare lordo dei lavori eseguiti dall'*Appaltatore* inadempiente;
 - ponendo a carico dell'*Appaltatore* inadempiente;
 - l'eventuale maggiore costo derivante dalla differenza tra importo netto di aggiudicazione del nuovo appalto per il completamento dei lavori e l'importo netto degli stessi risultante dall'aggiudicazione effettuata in origine all'*Appaltatore* inadempiente;
 - l'eventuale maggiore costo derivato dalla ripetizione della gara di appalto eventualmente andata deserta, necessariamente effettuata con importo a base d'asta opportunamente maggiorato;
 - l'eventuale maggiore onere per la *Stazione appaltante* per effetto della tardata ultimazione dei lavori, delle nuove spese di gara e di pubblicità, delle maggiori spese tecniche di direzione, assistenza, contabilità e collaudo dei lavori, dei maggiori interessi per il finanziamento dei lavori, di ogni eventuale maggiore e diverso danno documentato, conseguente alla mancata tempestiva utilizzazione

delle opere alla data prevista dal contratto originario.

16. Il contratto è altresì risolto qualora, per il manifestarsi di errori o di omissioni del *progetto esecutivo delle strutture* che pregiudicano, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera oppure la sua utilizzazione, come definiti dall'art. 132, comma 6, del *Codice dei contratti*, si rendano necessari lavori suppletivi che eccedano il quinto dell'importo originario del contratto. In tal caso, proceduto all'accertamento dello stato di consistenza ai sensi del comma 9, si procede alla liquidazione dei lavori eseguiti, dei materiali utili e del 10% (dieci per cento) dei lavori non eseguiti, fino a quattro quinti dell'importo del contratto.

CAPO 11 DISPOSIZIONI PER L'ULTIMAZIONE

Art. 65 Ultimazione dei lavori e gratuita manutenzione

1. Al termine dei lavori e in seguito a richiesta scritta dell'impresa appaltatrice, la D.L. redige, entro 20 (venti) giorni dalla richiesta, il certificato di ultimazione; entro 30 (trenta) giorni dalla data del certificato di ultimazione dei lavori, la D.L. procede all'accertamento sommario della regolarità delle opere eseguite.
2. In sede di accertamento sommario, senza pregiudizio di successivi accertamenti, sono rilevati e verbalizzati eventuali vizi e difformità di costruzione che l'impresa appaltatrice è tenuta a eliminare a sue spese nel termine fissato e con le modalità prescritte dalla D.L., fatto salvo il risarcimento del danno dell'ente appaltante. In caso di ritardo nel ripristino, si applica la penale per i ritardi prevista dal presente Capitolato, proporzionale all'importo della parte di lavori che direttamente e indirettamente traggono pregiudizio dal mancato ripristino e comunque all'importo non inferiore a quello dei lavori di ripristino.
3. Dalla data del verbale di ultimazione dei lavori decorre il periodo di gratuita manutenzione; tale periodo cessa con l'approvazione finale del collaudo o del certificato di regolare esecuzione da parte dell'ente appaltante, da effettuarsi entro i termini previsti dal presente Capitolato.
4. Resta fissato che il conto finale verrà compilato entro 45 (quarantacinque) giorni dalla data dell'ultimazione dei lavori.

Art. 66 Collaudo.

Termini per il collaudo o per l'accertamento della regolare esecuzione

1. Ai sensi dell'art. 215, comma 1, del *Regolamento di esecuzione*, il collaudo ha lo scopo di verificare e certificare che l'opera o il lavoro siano stati eseguiti a regola d'arte, secondo il progetto approvato e le relative prescrizioni tecniche, nonché le eventuali perizie di variante, in conformità del contratto e degli eventuali atti di sottomissione o aggiuntivi debitamente approvati; il collaudo ha altresì lo scopo di verificare che i dati risultanti dalla contabilità finale e dai documenti giustificativi corrispondano fra loro e con le risultanze di fatto, non solo per dimensioni, forma e quantità, ma anche per qualità dei materiali, dei componenti e delle provviste, e che le procedure espropriative poste a carico dell'esecutore siano state espletate tempestivamente e diligentemente; il collaudo comprende altresì tutte le verifiche tecniche previste dalle leggi di settore. Ai sensi

- dell'art. 215, comma 3, del *Regolamento di esecuzione* il collaudo comprende anche l'esame delle riserve dell'esecutore, sulle quali non sia già intervenuta una risoluzione definitiva in via amministrativa, se iscritte nel registro di contabilità e nel conto finale nei termini e nei modi stabiliti dal medesimo Regolamento.
2. Il certificato di collaudo è emesso entro il termine perentorio di 6 (sei) mesi dall'ultimazione dei lavori e ha carattere provvisorio; esso assume carattere definitivo trascorsi 2 (due) anni dalla data dell'emissione. Decorso tale termine, il collaudo si intende tacitamente approvato anche se l'atto formale di approvazione non sia intervenuto entro i successivi 2 (due) mesi. Qualora il certificato di collaudo sia sostituito dal certificato di regolare esecuzione, questo deve essere emesso entro 3 (tre) mesi dall'ultimazione dei lavori.
 3. Ai sensi dell'art. 215, comma 4, lettera d), del *Regolamento di esecuzione*, è obbligatoriamente previsto il collaudo in corso d'opera.
 4. Durante l'esecuzione dei lavori, la *Stazione appaltante* può effettuare operazioni di collaudo o di verifica volte a controllare la piena rispondenza delle caratteristiche dei lavori in corso di realizzazione a quanto richiesto negli elaborati progettuali, nel presente *Capitolato speciale d'appalto* o nel contratto.
 5. Ai sensi dell'art. 224, commi da 1 a 3, del *Regolamento di esecuzione*, l'esecutore, a propria cura e spesa, mette a disposizione dell'organo di collaudo gli operai e i mezzi d'opera necessari a eseguire le operazioni di riscontro, le esplorazioni, gli scandagli, gli esperimenti, compreso quanto necessario al collaudo statico; rimane a cura e carico dell'esecutore quanto occorre per ristabilire le parti del lavoro che sono state alterate nell'eseguire tali verifiche. Nel caso in cui l'esecutore non ottemperi a siffatti obblighi, l'organo di collaudo dispone che sia provveduto d'ufficio, in danno all'esecutore inadempiente, deducendo la spesa dal residuo credito dell'esecutore; si applicano le disposizioni previste dall'art. 125, comma 6, lettera f), del *Codice dei contratti* e nel limite di importo non superiore a € 200.000,00 (duecentomila/00 euro) previsto dall'art. 125, comma 5, del medesimo Codice. Ai sensi dell'art. 224, comma 4, del *Regolamento di esecuzione*, sono a esclusivo carico dell'esecutore le spese di visita del personale della *Stazione appaltante* per accertare la intervenuta eliminazione delle mancanze riscontrate dall'organo di collaudo ovvero per le ulteriori operazioni di collaudo rese necessarie dai difetti o dalle stesse mancanze; tali spese sono prelevate dalla rata di saldo da pagare all'esecutore.
 6. Ai sensi dell'art. 229, comma 1, del *Regolamento di esecuzione*, l'organo di collaudo, ultimate le operazioni di propria competenza, qualora ritenga collaudabile il lavoro, emette il certificato di collaudo. Resta fermo quanto previsto dal presente *Capitolato speciale d'appalto*, con riferimento ai difetti di costruzione e alle eccedenze.
 7. Ai sensi dell'art. 232 del *Regolamento di esecuzione*, nel caso in cui l'organo di collaudo ritenga i lavori non collaudabili, ne informa la *Stazione appaltante* trasmettendo, tramite il R.U.P., per le ulteriori sue determinazioni, il processo verbale nonché una relazione con le proposte dei provvedimenti di cui all'art. 225 del medesimo Regolamento.

Art. 67 Presa in consegna dei lavori ultimati

1. La *Stazione appaltante* si riserva di prendere in consegna parzialmente o totalmente le opere appaltate anche subito dopo l'ultimazione dei lavori e, quindi anche prima del termine finale di esecuzione dell'intero appalto.
2. Qualora la *Stazione appaltante* si avvalga di tale facoltà, questa verrà comunicata all'*Appaltatore* per iscritto, il quale non può opporvisi per alcun motivo né può reclamare compensi di sorta. Egli può però richiedere che sia redatto apposito verbale circa lo stato delle opere, onde essere garantito dai possibili danni che potrebbero essere arrecati alle opere stesse.
3. Nel caso di esercizio da parte della *Stazione appaltante* della facoltà di ricorrere a consegne anticipate, parziali o totali, delle opere ultimate, come previste nel comma 1 del presente articolo, il collaudatore in corso d'opera, ai sensi e con le modalità indicate nell'art. 230 del *Regolamento di esecuzione* e previa verifica, effettuata dalla D.L., di compiutezza delle opere eseguite, provvederà a redigere, senza pregiudizio di successivi accertamenti fino al collaudo finale, uno o più verbali di accertamento finalizzati alla/e consegna/e anticipata/e.
4. La presa di possesso da parte della *Stazione appaltante* avviene nel termine perentorio fissato dalla stessa per mezzo della D.L. o per mezzo del R.U.P., in presenza dell'*Appaltatore* o di due testimoni in caso di sua assenza.
5. Qualora la *Stazione appaltante* non si trovi nella condizione di prendere in consegna le opere dopo l'ultimazione dei lavori, l'*Appaltatore* non può reclamare la consegna ed è altresì tenuto alla gratuita manutenzione fino ai termini previsti dal presente Capitolato.

CAPO 12 NORME FINALI

Art. 68 Oneri e obblighi a carico dell'Appaltatore

1. Oltre agli oneri di cui al *Codice dei contratti*, al *Regolamento di esecuzione* e al presente Capitolato, nonché a quanto previsto da tutti i piani per le misure di sicurezza fisica dei lavoratori, sono a carico dell'*Appaltatore* gli oneri e gli obblighi che seguono:
 - la fedele esecuzione del progetto e il rispetto degli ordini impartiti, per quanto di competenza, dalla D.L. in conformità di quanto pattuito contrattualmente, in modo che le opere eseguite risultino a tutti gli effetti collaudabili, esattamente conformi al progetto e realizzate a perfetta regola d'arte, richiedendo alla D.L. tempestive disposizioni scritte per i particolari che eventualmente non risultassero da disegni, dal Capitolato speciale d'appalto o dalla descrizione delle opere. In ogni caso l'*Appaltatore* non deve dare corso all'esecuzione di aggiunte o varianti non ordinate per iscritto ai sensi dell'art. 1659 del Codice civile e risponde di tutte le responsabilità sulla non rispondenza degli elementi eseguiti rispetto a quelli progettati o previsti dal Capitolato;
 - la custodia e la tutela del cantiere, di tutti i manufatti e dei materiali in esso esistenti, anche se di proprietà della *Stazione appaltante* e ciò anche durante periodi di sospensione dei lavori e fino alla presa in consegna dell'opera da parte della *Stazione appaltante*. Per la custodia dei cantieri installati per la realizzazione di opere pubbliche, l'*Appaltatore* dovrà servirsi di persone provviste della qualifica di guardia

particolare giurata;

- assumere in proprio, tenendone indenne la *Stazione appaltante*, ogni responsabilità risarcitoria e le obbligazioni relative, comunque connesse all'esecuzione delle prestazioni dell'impresa a termini di contratto;
- eseguire presso Istituti autorizzati tutte le prove che verranno ordinate dalla D.L. o dall'organo di collaudo sui materiali e manufatti impiegati o da impiegarsi nella costruzione, compresa la confezione dei campioni e l'esecuzione di prove di carico che siano ordinate dalla stessa D.L. su tutte le opere in calcestruzzo semplice o armato e qualsiasi altra struttura portante, nonché prove di tenuta per le tubazioni; in particolare è fatto obbligo di effettuare almeno un prelievo di calcestruzzo per ogni giorno di getto, che viene datato e conservato. Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nell'ufficio di direzione o in locale adeguato, munendoli di suggelli a firma della D.L. e dell'*Appaltatore* nei modi più adatti a garantirne l'autenticità;
- ricevere in cantiere, scaricare e trasportare nei luoghi di deposito situati nell'interno dello stesso o a piè d'opera, secondo le disposizioni della D.L., nonché alla buona conservazione e alla perfetta custodia dei materiali e dei manufatti esclusi dal presente appalto e provvisti o eseguiti da altre ditte per conto della *Stazione appaltante*. I danni che per cause dipendenti o per sua negligenza fossero apportati ai materiali e manufatti suddetti dovranno essere riparati a carico esclusivo dell'*Appaltatore*;
- concedere, su richiesta della D.L., a qualunque altra impresa alla quale siano affidati lavori non compresi nel presente appalto, l'uso parziale o totale dei ponteggi di servizio, delle impalcature, delle costruzioni provvisorie e degli apparecchi di sollevamento per tutto il tempo necessario all'esecuzione dei lavori che l'ente appaltante intenderà eseguire direttamente oppure a mezzo di altre ditte dalle quali, come pure dall'ente appaltante, l'impresa non potrà pretendere compensi di sorta, tranne che per l'impiego di personale addetto a impianti di sollevamento; il tutto compatibilmente con le esigenze e le misure di sicurezza;
- rispettare la pulizia del cantiere e delle vie di transito e di accesso allo stesso, compreso lo sgombero dei materiali di rifiuto lasciati da altre ditte, fino all'emissione del certificato di collaudo o del certificato di regolare esecuzione;
- farsi carico delle spese, dei contributi, dei diritti, dei lavori, delle forniture e delle prestazioni occorrenti per gli allacciamenti provvisori dei servizi di acqua, energia elettrica, gas e fognatura, necessari per il funzionamento del cantiere e per l'esecuzione dei lavori, nonché delle spese per le utenze e i consumi dipendenti dai predetti servizi fino all'emissione del certificato di collaudo o del certificato di regolare esecuzione; l'*Appaltatore* si obbliga inoltre a concedere, con il solo rimborso delle spese vive, l'uso dei predetti servizi alle altre ditte che eseguono forniture o lavori per conto della *Stazione appaltante*, sempre nel rispetto delle esigenze e delle misure di sicurezza;
- eseguire opere campione e/o fornire campionatura delle singole categorie di lavoro ogni volta che questo sia previsto specificatamente dal *Capitolato speciale d'appalto* o sia richiesto dalla D.L. per ottenere il relativo nulla-osta alla realizzazione delle opere simili; ciò in particolare per quanto concerne la qualità e le finiture dei materiali lapidei, degli intonaci e delle opere di falegnameria;

- fornitura e manutenzione dei cartelli di avviso, fanali di segnalazione notturna nei punti prescritti e quanto altro indicato dalle disposizioni vigenti a scopo di sicurezza, nonché all'illuminazione notturna del cantiere, fino all'emissione del certificato di collaudo o del certificato di regolare esecuzione;
- alla realizzazione e manutenzione, entro il perimetro del cantiere, di un locale a uso ufficio del personale della D.L. e assistenza, arredato e fornito di servizi (energia elettrica, acqua, telefono, riscaldamento, condizionamento), nonché provvisto di armadio chiuso a chiave, tavolo, sedie, macchina da calcolo e materiale di cancelleria. Il locale e la relativa dotazione dovranno risultare a norma ai sensi del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81. L'*Appaltatore* dovrà inoltre fornire alla D.L., per la propria attività, anche tutte le attrezzature informatiche (hardware e software) necessarie;
- predisporre il personale e gli strumenti necessari per tracciamenti, rilievi, misurazioni, prove e controlli dei lavori tenendo a disposizione della D.L. e dell'organo di collaudo i disegni e le tavole per gli opportuni raffronti e controlli, con divieto di darne visione a terzi e con formale impegno di astenersi dal riprodurre o contraffare i disegni e i modelli avuti in consegna;
- consegnare prima della smobilitazione del cantiere, un certo quantitativo di materiale usato per le finalità di eventuali successivi ricambi omogenei, previsto dal presente *Capitolato speciale d'appalto* o precisato da parte della D.L. con ordine di servizio, da liquidarsi in base al solo costo del materiale;
- proteggere i materiali impiegati e messi in opera a prevenzione di danni di qualsiasi natura e causa, nonché provvedere alla rimozione di dette protezioni a richiesta della D.L.; nel caso di sospensione dei lavori deve essere adottato ogni provvedimento necessario a evitare deterioramenti di qualsiasi genere e per qualsiasi causa alle opere eseguite, restando a carico dell'*Appaltatore* l'obbligo di risarcimento degli eventuali danni conseguenti al mancato o insufficiente rispetto della presente norma;
- adottare, nel compimento di tutti i lavori, i procedimenti e le cautele necessarie a garantire l'incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché a evitare danni ai beni pubblici e privati, osservando le disposizioni contenute nelle vigenti norme in materia di prevenzione infortuni;
- richiedere, prima della realizzazione dei lavori, presso tutti i soggetti diversi dalla *Stazione appaltante* interessati direttamente o indirettamente ai lavori, tutti i permessi necessari e a seguire tutte le disposizioni emanate dai suddetti per quanto di competenza, in relazione all'esecuzione delle opere e alla conduzione del cantiere, con esclusione dei permessi e degli altri atti di assenso aventi natura definitiva e afferenti il lavoro pubblico in quanto tale;
- l'*Appaltatore* è tenuto, altresì, al montaggio, smontaggio, spostamento e rimontaggio dei vari apprestamenti necessari secondo le esigenze e l'avanzamento del processo realizzativo;
- rispettare quanto contenuto nel Programma esecutivo dettagliato presentato e approvato dalla *Stazione appaltante*; pertanto impegnando il numero di squadre e di operai per le varie categorie di lavoro da eseguire, in modo da rispettare il programma

di esecuzione; in ogni caso l'*Appaltatore* deve impegnare il numero e la qualificazione degli operai necessari al fine del rispetto dei termini di realizzazione di ciascuna unità di intervento e del programma complessivo;

- effettuare, nel caso di lavori che possono modificare i confini di proprietà o comprometterne l'integrità, i tracciamenti e i riconfinamenti, nonché la conservazione dei termini di confine, così come consegnati dalla D.L. su supporto cartografico o magnetico-informatico;
- farsi carico di tutti gli oneri per rilievi e restituzione grafica o informatizzata di qualsiasi natura, prima, durante e a ultimazione avvenuta, per le necessità di verifica o documentazione secondo le richieste della D.L.. Tale onere è particolarmente dovuto nel caso di lavori che comportano l'esecuzione di opere da interrare e non più ispezionabili (per esempio rinforzi di solai, ecc.); in tali evenienze l'*Appaltatore* deve produrre alla D.L. un'adeguata documentazione fotografica relativa alle lavorazioni di particolare complessità o non più ispezionabili o non più verificabili dopo la loro esecuzione. La documentazione fotografica, a colori e in formati riproducibili agevolmente, deve riportare in modo automatico e non modificabile la data e l'ora nelle quali sono state fatte le relative riprese;
- aggiornare ai sensi dell'art. 15, comma 4 del *Regolamento* di esecuzione, al fine di potere effettuare la manutenzione e le eventuali modifiche dell'intervento nel suo ciclo di vita utile, gli elaborati del progetto conseguenza delle varianti o delle soluzioni esecutive che si siano rese necessarie, in modo da rendere disponibili tutte le informazioni sulle modalità di realizzazione dell'opera o del lavoro. A tal fine, l'*Appaltatore* provvede, a propria cura e spese, entro 30 (trenta) giorni a decorrere dalla data del certificato di ultimazione dei lavori, a presentare alla D.L. per l'approvazione il progetto dell'eseguito; nel caso di ritardata presentazione verrà applicata una penale giornaliera pari all'1‰ (uno per mille) dell'importo contrattuale. Il progetto dell'eseguito deve essere sottoscritto dall'*Appaltatore* e da un tecnico abilitato ai sensi di legge, incaricato dall'*Appaltatore* stesso. L'organo di collaudo verifica il corretto adempimento dell'obbligo di presentazione del progetto dell'eseguito da parte dell'*Appaltatore*, facendone espressa menzione nel certificato di collaudo provvisorio;
- fornire gratuitamente la manutenzione nelle forme e nei tempi indicati nel presente Capitolato; di tale onere l'*Appaltatore*, con la partecipazione alla gara, si dichiara pienamente edotto e consapevole e quindi di averne tenuto conto nelle proprie valutazioni economiche;
- accettare il presente *Capitolato speciale d'appalto* con sottoscrizione e presa visione dei luoghi, fattibilità dell'opera e difficoltà inerenti la realizzazione della stessa, .

5. L'*Appaltatore* è altresì obbligato:

- a nominare, prima dell'inizio dei lavori, le figure previste dalle vigenti norme e aventi i prescritti requisiti, e in particolare, il direttore tecnico di cantiere, che dovrà essere professionalmente abilitato e iscritto all'albo professionale; l'*Appaltatore* dovrà fornire alla D.L. apposita dichiarazione del direttore tecnico di cantiere di accettazione dell'incarico;

- a intervenire alle misure, le quali possono comunque essere eseguite alla presenza di due testimoni qualora egli, invitato, non si presenti a firmare i libretti delle misure, i brogliacci e gli eventuali disegni integrativi proposti dalla D.L., subito dopo la firma di questi;
- a consegnare alla D.L., con tempestività, le fatture relative alle lavorazioni e somministrazioni previste dal presente *Capitolato speciale d'appalto* dalla stessa ordinate e che per la loro natura si giustificano mediante fattura;
- a consegnare alla D.L. le note relative alle giornate di operai, di noli e di mezzi d'opera, nonché le altre provviste somministrate, per gli eventuali lavori previsti e ordinati in economia e a firmare le relative liste settimanali sottopostegli dalla D.L..

Il corrispettivo per tutti gli obblighi e oneri sopra specificati è conglobato nei prezzi dei lavori e di ciò l'Appaltatore ne terrà conto nell'autonoma formulazione della propria offerta.

6. L'Appaltatore in ultimo, è obbligato a farsi carico dello smaltimento dei rifiuti e a presentare le relative fatture alla D.L. Per la liquidazione di tale attività.

Art. 69 Obblighi speciali a carico dell'Appaltatore

1. Sono vietati il lavoro notturno e festivo, salvo che non siano espressamente previsti nel progetto e nel computo e a meno che non siano necessari per circostanze speciali o per l'esecuzione di alcune categorie o parti di lavoro ravvisate, ai sensi dell'art. 27, comma 2, del *Capitolato generale*, dalla D.L.. Gli stessi vanno preventivamente ordinati dalla D.L. su autorizzazione del R.U.P.. Se ordinati, l'Appaltatore non potrà rifiutarsi, avendo diritto a un maggiore compenso pari al 20% (venti per cento) sulle opere eseguite. Il compenso del 20% per lavoro notturno e festivo è fissato tenuto conto dei materiali e della mano d'opera occorrente. Ciò non esclude né attenua l'obbligo dell'Appaltatore di rispettare le clausole dei contratti nazionali collettivi di lavoro, ai quali si farà esplicito riferimento per la determinazione dell'arco temporale di individuazione del periodo notturno. I lavori eseguiti di notte o di giorno festivo, effettuati su iniziativa dell'Appaltatore, ai sensi dell'art. 27, comma 1, del *Capitolato generale*, se consentiti e se necessari per gli adempimenti degli obblighi contrattuali, non costituiranno per l'impresa oggetto di richiesta di alcun ulteriore compenso.
2. E' previsto il recupero di tutti i materiali lapidei originari presenti in area di intervento evitandone il danneggiamento durante tutte le fasi di lavorazione.
3. L'Appaltatore, dovrà intendersi compensato, con i corrispettivi contrattuali previsti per l'esecuzione dei lavori, degli oneri di trasporto di tutta la documentazione cartacea di archivio, da stoccare in loco in locale indicato dalla D.L.
4. Per lo stoccaggio l'Appaltatore è tenuto a custodirne l'integrità

Art. 70 Proprietà dei materiali di scavo e di demolizione

1. Al rinvenimento di oggetti di valore, beni o frammenti o ogni altro elemento diverso dai materiali di scavo e di demolizione, o per i beni provenienti da demolizione ma aventi valore scientifico, storico, artistico archeologico o simili, si applica l'art. 35 del *Capitolato generale*, fermo restando quanto previsto all'art. 91, comma 2 del decreto

Art. 71 Utilizzo di materiali recuperati o riciclati e smaltimento

1. In attuazione del decreto del Ministero dell'Ambiente 8 maggio 2003, n. 203 e dei relativi provvedimenti attuativi, la realizzazione di manufatti e la fornitura di beni, purché compatibili con i parametri, le composizioni e le caratteristiche prestazionali stabiliti con i predetti provvedimenti attuativi, deve avvenire mediante l'utilizzo di materiale riciclato utilizzando rifiuti derivanti dal post-consumo, nei limiti in peso imposti dalle tecnologie impiegate per la produzione del materiale medesimo.
2. I manufatti e i beni di cui al comma 1 sono i seguenti:
 - corpo dei rilevati di opere in terra di ingegneria civile;
 - recuperi ambientali, riempimenti e colmate;
 - strati accessori (aventi funzione anticapillare, antigelo, drenante, ecc.);
 - calcestruzzi con classe di resistenza $R_{ck} \leq 15$ Mpa, secondo le indicazioni della norma UNI 8520-2, mediante aggregato riciclato conforme alla norma armonizzata UNI EN 12620/2004.
3. L'aggiudicatario è obbligato a richiedere le debite iscrizioni al Repertorio del Riciclaggio per i materiali riciclati e i manufatti e beni ottenuti con materiale riciclato, con le relative indicazioni, codici CER, quantità, perizia giurata e ogni altra informazione richiesta dalle vigenti disposizioni.
4. L'aggiudicatario deve comunque rispettare le disposizioni in materia di materiale di risulta e rifiuti, di cui agli artt. da 181 a 198 e agli artt. 214, 215 e 216 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.
5. È previsto lo smaltimento di materiale da demolizioni e rimozioni privo di ulteriori scorie e frammenti diversi. L'attestazione dello smaltimento dovrà necessariamente essere effettuata a mezzo dell'apposito formulario di identificazione rifiuti (decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152) debitamente compilato e firmato in ogni sua parte. La consegna alla D.L. del modulo da formulario, e della relativa fattura di avvenuto pagamento, risulterà evidenza oggettiva dello smaltimento avvenuto, autorizzando la corresponsione degli oneri dovuti.
6. Il trasportatore è pienamente responsabile della classificazione dichiarata.

Art. 72 Custodia del cantiere

1. Sono a carico e a cura dell'*Appaltatore* la custodia e la tutela del cantiere, di tutti i manufatti e dei materiali in esso esistenti, anche se di proprietà della *Stazione appaltante*, e ciò anche durante periodi di sospensione dei lavori e fino alla presa in consegna dell'opera da parte della *Stazione appaltante*.

Art. 73 Cartello di cantiere

1. L'*Appaltatore* deve predisporre ed esporre in sito, secondo le indicazioni della D.L. e del RUP, un numero adeguato di cartelli indicatori, curandone i necessari aggiornamenti periodici.

Art. 74 Spese contrattuali, imposte, tasse

1. Ai sensi dell'art. 139 del *Regolamento di esecuzione*, sono a carico dell'*Appaltatore* tutte le spese di bollo e registro, della copia del contratto e dei documenti e disegni di progetto, nella misura liquidata dal dirigente dell'ufficio presso cui è stato stipulato il contratto, nonché tutte le spese di bollo inerenti agli atti occorrenti per la gestione del lavoro, dal giorno della consegna a quello della data di emissione del certificato di collaudo provvisorio.
2. Oltre alle spese contrattuali di cui all'art. 8 del Capitolato generale, sono a carico dell'Appaltatore:
 - le tasse e gli altri oneri per l'ottenimento di tutte le licenze tecniche occorrenti per l'esecuzione dei lavori e la messa in funzione degli impianti;
 - le tasse e gli altri oneri dovuti a enti territoriali diversi dalla Stazione appaltante o alla stessa riconducibili (occupazione temporanea di suolo pubblico, passi carrabili, permessi di scarico, canoni di conferimento a discarica, ecc.), direttamente o indirettamente connessi alla gestione del cantiere e all'esecuzione dei lavori.
3. In caso di atti aggiuntivi o risultanze contabili finali determinanti aggiornamenti o congruagli delle somme per spese contrattuali, imposte e tasse di cui ai commi 1 e 2, le eventuali maggiori somme sono comunque a carico dell'*Appaltatore* e trova applicazione l'art. 8 del *Capitolato generale*.
4. A carico dell'*Appaltatore* restano inoltre le imposte e gli altri oneri, che, direttamente o indirettamente gravano sui lavori e sulle forniture oggetto dell'appalto.
5. L'appalto è soggetto all'imposta sul valore aggiunto (I.V.A.); l'I.V.A. è regolata dalla legge; tutti gli importi citati nel presente *Capitolato speciale d'appalto* si intendono I.V.A. Esclusa.

PARTE SECONDA PRESCRIZIONI TECNICHE

CAPO 13 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE OPERE

Art. 75 Misurazione dei lavori

1. La D.L. potrà procedere in qualunque momento all'accertamento e misurazione delle opere compiute in contraddittorio con l'*Appaltatore* o un suo rappresentante formalmente delegato; ove l'*Appaltatore* o il suo rappresentante non si prestasse ad eseguire tali operazioni, gli sarà assegnato un termine perentorio di 5 giorni (cinque), scaduto il quale verranno comunque effettuate le misurazioni necessarie in presenza di due testimoni indicati dal Direttore dei lavori.

Nel caso di mancata presenza dell'*Appaltatore* alle misurazioni indicate, quest'ultimo non potrà avanzare alcuna richiesta per eventuali ritardi nella contabilizzazione dei lavori eseguiti o nell'emissione dei certificati di pagamento, riconducibili a tale inottemperanza.

La misurazione e la verifica quantitativa dei lavori eseguiti andrà effettuata dal *Direttore dei lavori* o dai collaboratori preposti, in prima stesura sui libretti delle misure che costituiscono il documento ufficiale ed iniziale del processo di registrazione e contabilizzazione delle opere eseguite da parte dell'*Appaltatore* ai fini della loro liquidazione. Tale contabilizzazione dovrà essere effettuata, sotto la piena responsabilità dello stesso *Direttore dei lavori*, nei modi previsti dalla normativa vigente in materia ed in particolare dal D.P.R. 207/10.

Art. 76 Valutazione dei lavori, condizioni generali

1. Nei prezzi contrattuali sono compresi tutti gli oneri ed obblighi richiamati nel presente capitolato e negli altri atti contrattuali che l'*Appaltatore* dovrà sostenere per l'esecuzione di tutta l'opera e delle sue parti nei tempi e modi prescritti.

L'esecuzione dell'opera indicata dovrà comunque avvenire nella completa applicazione della disciplina vigente relativa alla materia, includendo tutte le fasi contrattuali, di progettazione, di messa in opera, di prevenzione infortuni e tutela della sicurezza e della salute dei lavoratori, includendo qualunque altro aspetto normativo necessario al completamento dei lavori nel rispetto della normativa generale e particolare già citata.

I prezzi contrattualmente definiti sono accettati dall'*Appaltatore* nella più completa ed approfondita conoscenza delle quantità e del tipo di lavoro da svolgere rinunciando a qualunque altra pretesa, di carattere economico, che dovesse derivare da errata valutazione o mancata conoscenza dei fatti per motivi legati ad una superficiale valutazione del progetto da parte dell'*Appaltatore*.

Le eventuali varianti che comportino modifiche al progetto dovranno essere ufficialmente proposte dal *Direttore dei lavori*, nei modi previsti dall'articolo 205 del D.Lgs. 163/06 e successive modificazioni e contabilizzate secondo le condizioni contrattuali previste per tali lavori; non sono compresi nella categoria delle variazioni in corso d'opera, i lavori di rifacimento richiesti per cattiva esecuzione o funzionamento difettoso, che dovranno essere eseguiti su richiesta del *Direttore dei lavori*, a totale carico e spese

dell'*Appaltatore*.

Il prezzo previsto per tutte le forniture di materiali e di impianti è comprensivo, inoltre, dell'onere per l'eventuale posa effettuata anche in fasi o periodi diversi di tempo, qualunque possa essere l'ordine di arrivo in cantiere dei materiali forniti dall'*Appaltatore*.

Le norme riportate in questo articolo si applicano per tutti i lavori indicati dal presente capitolato (eseguiti in economia, a misura e a corpo) che saranno comunque verificati in contraddittorio con l'*Appaltatore* nei modi previsti; si richiama espressamente, in tal senso, l'applicazione dell'Elenco prezzi indicato contrattualmente individuato dai documenti che disciplinano l'Appalto.

Art. 77 Valutazione dei lavori a corpo e a misura

I prezzi a misura indicati nel presente capitolato comprendono e compensano tutte le lavorazioni, i materiali, gli impianti, i mezzi e la mano d'opera necessari alla completa esecuzione delle opere richieste dalle prescrizioni progettuali e contrattuali, dalle indicazioni della Direzione dei lavori e da quanto altro, eventualmente specificato, nella piena osservanza della normativa vigente e delle specifiche del presente *Capitolato*.

Le lavorazioni previste, nell'ambito delle categorie OG2 e OG11 sono compensate, nella prima a corpo e a misura, nella seconda a misura, come definito nel computo metrico, comprendendo tutto quanto necessario per dare l'opera finita in ogni dettaglio.

Disposizioni

L'*Appaltatore* è tenuto ad eseguire le opere indicate in base agli elaborati di progetto e alle prescrizioni già citate, senza introdurre alcuna variazione che non sia ufficialmente autorizzata nei modi previsti dalla normativa vigente o dalla Direzione dei lavori.

Criteri per la valutazione delle lavorazioni a misura

Tutte le opere da valutare a misura dovranno essere computate secondo i criteri riportati di seguito:

- tutti i prezzi dei lavori valutati a misura sono comprensivi delle spese per il carico, la fornitura, il trasporto, la movimentazione in cantiere e la posa in opera dei materiali includendo, inoltre, le spese per i macchinari di qualsiasi tipo con relativi operatori, le opere provvisorie, le assicurazioni ed imposte, l'allestimento dei cantieri, le spese generali, l'utile dell'*Appaltatore* e quanto altro necessario alla completa esecuzione dell'opera in oggetto;
- viene inoltre stabilito che le opere incluse nei lavori a misura, elencate di seguito, si intenderanno eseguite con tutte le lavorazioni, i materiali, i mezzi e la mano d'opera necessari alla loro completa corrispondenza con le prescrizioni progettuali e contrattuali, con le indicazioni del *Direttore dei lavori*, con le norme vigenti e con quanto previsto dal presente capitolato senza altri oneri aggiuntivi di qualunque tipo da parte della *Stazione Appaltante*;
- il prezzo stabilito per i vari materiali e categorie di lavoro è comprensivo, inoltre, dell'onere per la posa in opera, anche in periodi di tempo diversi, dei materiali forniti dall'*Appaltatore* indipendentemente dall'ordine di arrivo degli stessi in cantiere.

Valutazione dei manufatti e dei materiali a piè d'opera

In sede di contabilizzazione delle rate di acconto di cui all'art. 29 del presente Capitolato,

all'importo dei lavori eseguiti è aggiunta la metà di quello dei materiali provvisti a piè d'opera, destinati ad essere impiegati in opere definitive facenti parte dell'Appalto ed accettati dal *Direttore dei lavori*, da valutarsi a prezzo di contratto o in difetto ai prezzi di stima.

I materiali e i manufatti portati in contabilità rimangono a rischio e pericolo dell'*Appaltatore*, e possono sempre essere rifiutati dal *Direttore dei lavori* ai sensi dell'art. 18, comma 1 del Cap. Gen. 145/2000.

Norme per la misurazione e valutazione dei lavori

Le norme di misurazione per la contabilizzazione sono le seguenti:

Scavi in genere

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

- per taglio di piante, estirpazione di ceppaie, radici ecc.;
- per il taglio e lo scavo, con qualsiasi mezzo, delle materie sia asciutte che bagnate, di qualsiasi consistenza;
- per paleggi, innalzamento, carico, trasporto e scarico a rinterro od a rifiuto entro i limiti previsti in elenco prezzi, sistemazione delle materie di rifiuto, deposito provvisorio e successiva ripresa;
- per la regolazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni attorno e sopra le condotte di acqua od altre condotte in genere, e sopra le fognature o drenaggi secondo le sagome definitive di progetto;
- per puntellature, sbatacchiature ed armature di qualsiasi genere ed entità, secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente Capitolato compresi, le composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamento, nonché sfridi, deterioramenti, perdite parziali o totali del legname o dei ferri;
- per impalcature, ponti e costruzioni provvisorie, occorrenti sia per il trasporto delle materie di scavo sia per la formazione di rilevati, per passaggi, attraversamenti ecc. e per ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

La misurazione degli scavi dovrà essere effettuata nei seguenti modi:

- a) il volume degli scavi di sbancamento dovrà essere determinato col metodo delle sezioni ragguagliate, in base ai rilevamenti eseguiti in contraddittorio con l'*Appaltatore*, prima e dopo i relativi lavori;
- b) gli scavi di fondazione (di sbancamento, a sezione obbligata o a sezione ristretta) saranno computati, per un volume uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento; oppure dal terreno naturale, quando lo scavo di sbancamento non verrà effettuato. Al volume così calcolato si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi; vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali poiché, ogni maggiore scavo, si riterrà già compreso e compensato col prezzo unitario di elenco. Nel caso di scampanature messe in opera nella parte inferiore degli scavi, i relativi volumi dovranno essere valutati geometricamente, suddividendoli in figure elementari semplici ovvero, applicando il metodo delle sezioni ragguagliate; inoltre, per gli scavi di fondazione da eseguire con

impiego di sbatacchiature, paratie o simili strutture, sarà incluso nel volume di scavo per fondazione anche lo spazio occupato dalle strutture stesse. I prezzi di elenco, relativi agli scavi di fondazione, saranno applicabili unicamente e rispettivamente ai volumi di scavo compresi fra piani orizzontali consecutivi, stabiliti per diverse profondità, nello stesso elenco dei prezzi. Pertanto la valutazione dello scavo risulterà definita, per ciascuna zona, dal volume ricadente nella zona stessa e dall'applicazione ad esso del relativo prezzo di elenco;

Rilevati e rinterri

Il volume dei rilevati o rinterri dovrà essere determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento. I rinterri di scavi a sezione ristretta saranno valutati a m cubo per il loro volume effettivo misurato in opera. Nei prezzi di elenco sono previsti tutti gli oneri per il trasporto dei terreni da qualsiasi distanza e per gli eventuali indennizzi a cave di prestito.

Riempimento con misto granulare a secco

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

Rimozione e demolizioni

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

a) *Demolizione di murature*: verrà, in genere, pagata a volume di muratura concretamente demolita, comprensiva di intonaci e rivestimenti a qualsiasi altezza; tutti i fori, pari o superiori a 2 m², verranno sottratti.

Potrà essere accreditata come demolizione in breccia quando il vano utile da ricavare non supererà la superficie di 2 m², ovvero, in caso di demolizione a grande sviluppo longitudinale, quando la larghezza non supererà i 50 cm. L'*Appaltatore* potrà reimpiegare i materiali di recupero, valutandoli come nuovi, in sostituzione di quelli che egli avrebbe dovuto approvvigionare ossia, considerando lo stesso prezzo fissato per quelli nuovi oppure, in assenza del prezzo, utilizzando il prezzo commerciale detratto, in ogni caso, del ribasso d'asta. L'importo complessivo dei materiali così valutati verrà detratto dall'importo netto dei lavori.

b) *Demolizione di tramezzi*: dovrà essere valutata secondo l'effettiva superficie (m²) dei tramezzi, o delle porzioni realmente demolite, comprensive degli intonaci o rivestimenti; detraendo eventuali aperture dimensionalmente pari o superiori a 2 m².

c) *Demolizione di intonaci e rivestimenti*: la demolizione, a qualsiasi altezza, degli intonaci dovrà essere computata secondo l'effettiva superficie (m²) asportata detraendo eventuali aperture dimensionalmente pari o superiori a 2 m², misurata la luce netta, valutando a parte la riquadratura solo nel caso in cui si tratti di murature caratterizzate da uno spessore maggiore di 15 cm.

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

indipendentemente dalla natura.

e) *Rimozione e/o demolizione dei solai*: questa operazione dovrà essere valutata a superficie (m²) in base alle luci nette delle strutture. Nel prezzo delle rimozioni e/o demolizioni dei solai saranno comprese:

- la demolizione del tavolato con sovrastante cretonato o sottofondo e dell'eventuale soffitto su arellato o rete se si tratta di struttura portante in legno;
- la demolizione completa del soffitto e del pavimento, salvo che non risulti prescritta e compensata a parte la rimozione accurata del pavimento, se si tratta di struttura portante in ferro;
- la demolizione del pavimento e del soffitto, salvo che non risulti prescritta la rimozione accurata del pavimento se si tratta del tipo misto in c.a. e laterizio.

f) *Rimozione della grossa orditura del tetto*: dovrà essere computata al metro quadrato misurando geometricamente la superficie delle falde del tetto senza detrarre eventuali fori. Nel caso la rimozione interessi singoli elementi o parti della grossa orditura, verrà computata solamente la parte interessata; nel prezzo dovrà essere compensato anche l'onere della rimozione di eventuali dormienti.

Murature in genere

Tutte le murature in genere, salvo le eccezioni di seguito specificate, dovranno essere misurate geometricamente a volume o a superficie, in riferimento alla specifica categoria e in base a misure prese sul viv, ovvero escludendo gli intonaci. Dovranno essere detratti tutti i vuoti di luce superiore a 1,00 m² e i vuoti di canne fumarie, canalizzazioni ecc., caratterizzati da una sezione superiore a 0,25 m², in quest'ultimo caso rimarrà all'*Appaltatore*, l'onere della loro eventuale chiusura con materiale in cotto. Dovrà, inoltre, essere detratto il volume corrispondente alla parte incastrata di pilastri, piattabande ecc., di strutture diverse, nonché di pietre naturali od artificiali, da pagarsi con altri prezzi di tariffa.

I prezzi unitari delle murature di qualsiasi genere, qualora non debbano essere eseguite con paramento di faccia vista, s'intenderanno comprensivi di rinzafo delle facce visibili dei muri. Il rinzafo dovrà essere sempre eseguito e sarà compreso nel prezzo unitario, anche nel caso di muri che dovranno essere poi caricati a terrapieni; per questi ultimi dovrà, inoltre, essere compresa la, eventuale, formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte per lo scolo delle acque ed in generale quella delle ammorsature e la costruzione di tutti gli incastri per la posa in opera della pietra da taglio od artificiale. I prezzi della muratura di qualsiasi specie si intenderanno compresi di ogni onere per la formazione di spalle, sguinci, canne, spigoli, strombature, incassature per imposte di archi, volte e piattabande.

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

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

inferiore a 5 cm non verrà applicato alcun sovrapprezzo.

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

Le murature di mattoni ad una testa od in foglio dovranno essere misurate a vuoto per pieno, al rustico, deducendo soltanto le aperture di superficie uguale o superiore a 1 m², intendendo nel prezzo compensata la formazione di sordini, spalle, piattabande ecc., nonché eventuali intelaiature in legno che il Direttore dei lavori ritenga opportuno di ordinare allo scopo di fissare i serramenti al telaio, anziché alla parete.

Le volte, gli archi e le piattabande in conci di pietra o mattone in spessore superiore ad una testa, dovranno essere pagati a volume (m³) e, a secondo del tipo, struttura e provenienza dei materiali impiegati, con i prezzi di elenco con i quali si intendono remunerate tutte le forniture, e le lavorazioni per fornire la struttura voltata finita con tutti i giunti delle facce viste frontali e dell'intradosso profilati e stuccati. Le volte, gli archi e le piattabande in mattoni in foglio o ad una testa dovranno essere liquidate a superficie (m²), come le analoghe murature.

Murature in pietra da taglio

La pietra da taglio da pagarsi a volume dovrà essere sempre valutata al metro cubo in base al volume del primo parallelepipedo retto rettangolare, circoscrivibile a ciascun pezzo. Le lastre, i lastroni e gli altri pezzi da pagarsi a superficie (m²), dovranno essere valutati in base al minimo rettangolo circoscrivibile. Per le pietre di cui una parte viene lasciata grezza, si comprenderà anche questa nella misurazione, non tenendo però alcun conto delle eventuali maggiori sporgenze della parte non lavorata in confronto delle dimensioni assegnate dai tipi prescritti.

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

Paramenti a faccia-vista

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

La misurazione dei paramenti in pietrame e delle cortine in mattoni verrà eseguita per la loro superficie effettiva (m²), dedotti i vuoti e le parti occupate da pietra da taglio o artificiale.

Centinature delle volte

Nel caso in cui dovessero essere liquidate separatamente dalle volte, i prezzi stabiliti in elenco per le centinature, dovranno contenere anche la spesa relativa all'armatura, ai castelli o mensole di appoggio, nonché quella per la rimozione delle centinature relative ai sostegni. Qualunque sia la foggia, l'apparecchio e lo spessore della volta, sia essa costruita in mattoni o in materiale lapideo ovvero in cls, le centinature dovranno essere pagate al metro quadro di superficie d'intradosso delle volte stesse.

Calcestruzzi

I calcestruzzi per fondazioni, murature, volte, ecc. e le strutture costituite da getto in opera, dovranno essere in genere pagati a metro cubo e misurati in opera in base alle dimensioni

prescritte, esclusa quindi ogni eccedenza, ancorché inevitabile, dipendente dalla forma degli scavi aperti e dal modo di esecuzione dei lavori.

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

Solai (orizzontamenti)

Ogni tipo di solaio, con esclusione dei solai interamente di cemento armato e qualunque sia la forma, dovrà essere pagato al metro quadrato di superficie netta misurato al rustico delle murature perimetrali (ovvero all'interno di eventuali cordoli e/o travi di bordo) esclusi, quindi, la presa e l'appoggio sulle murature portanti o cordoli perimetrali o travi di bordo.

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

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

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

Coperture a falda (solai inclinati)

I solai inclinati (ossia le coperture in genere) dovranno essere computati al metro quadrato, determinando le dimensioni della proiezione orizzontale della superficie delle falde del tetto senza sottrarre i vani adibiti a comignoli, abbaini, lucernari o ad altre parti sporgenti dalla copertura, purché non eccedenti, ciascuno di essi, la superficie di 1 m²; in questo caso dovranno essere sottratti per intero. Non dovranno essere considerate sovrapposizioni ed adiacenze dei giunti.

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

Manto di copertura

Il manto di copertura dovrà essere computato al metro quadrato, misurando geometricamente le superfici delle falde del tetto, senza sottrarre i vani adibiti a comignoli, abbaini, lucernari ed altre parti sporgenti dalla copertura, purché non eccedenti, ciascuno di essi, la superficie di 1 m²; in questo caso dovranno essere sottratti per intero. Le eventuali lastre di piombo, zinco o ferro messe in opera sulla copertura per i compluvi ovvero all'estremità delle falde, intorno ai lucernari, agli abbaini, ai comignoli ecc., saranno pagate a parte coi prezzi fissati in elenco per questi materiali.

Controsoffitti

I controsoffitti piani dovranno essere pagati in base alla superficie (m²) della loro proiezione

orizzontale; nel prezzo, sarà compreso e compensato anche il raccordo con eventuali muri perimetrali curvi.

I controsoffitti a finta volta, di qualsiasi forma e monta, saranno valutati per una volta e mezzo la superficie della loro proiezione orizzontale. Nel prezzo dei controsoffitti saranno comprese e compensate tutte le forniture, magisteri e mezzi d'opera per realizzare le strutture finite in opera così come prescritto nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione, risulterà esclusa e compensata a parte l'orditura portante principale.

Vespai

Nel prezzo previsto per i vespai è compreso l'onere per la fornitura e posa in opera dei materiali secondo le prescrizioni progettuali o le indicazioni del Direttore dei lavori; la valutazione sarà effettuata sul volume dei materiali effettivamente utilizzati misurato a lavori eseguiti.

Massetti

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

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

Pavimenti

I pavimenti, indipendentemente dalla tipologia, dovranno essere valutati per la superficie (m²) vista tra le pareti intonacate dell'ambiente; la misura non comprenderà l'incassatura dei pavimenti nell'intonaco.

I prezzi di elenco per ciascun genere di pavimento comprenderanno l'onere per la fornitura dei materiali e per ogni lavorazione intesa a dare i pavimenti stessi completi e rifiniti come prescritto nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione, escluso il sottofondo che verrà invece pagato a parte, per il suo volume effettivo (m³) in opera, in base al corrispondente prezzo di elenco.

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

Rivestimenti di pareti

I rivestimenti di piastrelle o di mosaico dovranno essere misurati per la superficie effettiva (m²) qualunque sia la sagoma e la posizione delle pareti da rivestire.

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

Posa in opera di marmi, pietre naturali ed artificiali

I prezzi della posa in opera dei marmi e delle pietre naturali od artificiali, previsti in elenco, saranno applicati alle superfici ovvero ai volumi effettivi, dei materiali in opera,

determinati con i criteri descritti per le “murature in pietra da taglio”.

Ogni onere derivante dall’osservanza delle norme, prescritte nel presente Capitolato, si intenderà compreso nei prezzi. Nello specifico detti prezzi, comprenderanno gli oneri per la fornitura, lo scarico in cantiere, il deposito e la relativa provvisoria protezione, la ripresa, il successivo trasporto ed il sollevamento dei materiali a qualunque altezza, con eventuale protezione, copertura o fasciatura; per ogni successivo sollevamento e per ogni ripresa con boiaccia di cemento od altro materiale, per la fornitura di lastre di piombo, di grappe, staffe, regolini, chiavette, perni occorrenti per il fissaggio; per ogni occorrente scalpellamento delle strutture murarie e per la successiva chiusura e ripresa delle stesse, per la stuccatura dei giunti, per la pulizia accurata e completa, per la protezione a mezzo di opportune opere provvisorie delle pietre già collocate in opera, e per tutti i lavori che risultassero necessari per la perfetta rifinitura dopo la posa in opera. Resteranno escluse, dal suddetto prezzo, le prestazioni dello scalpellino e del marmista per gli eventuali ritocchi agli elementi da montare allorché le pietre e/o i marmi non fossero forniti dall’*Appaltatore* stesso.

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

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

Impermeabilizzazione

Tutte le impermeabilizzazioni eseguite sui vari tipi di superfici saranno valutate sulla base dei metri quadrati effettivamente realizzati senza ulteriori oneri per la sovrapposizione dei teli o per raccordi vari; dal calcolo verranno dedotti i vuoti superiori ad 1 mq.

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

Il prezzo indicato comprenderà tutti i lavori di preparazione, i mezzi, i materiali e la mano d'opera richiesti, la sigillatura a caldo delle sovrapposizioni, la creazione di giunti e connessioni e quanto richiesto.

Intonaci

Il calcolo dei lavori di esecuzione degli intonaci verrà fatto in base alla superficie effettivamente eseguita.

Il prezzo indicato sarà comprensivo di tutte le fasi di preparazione e di applicazione includendo le riprese, la chiusura di tracce, i raccordi, i rinzaffi ed il completo trattamento di tutte le parti indicate.

Per gli intonaci applicati su muri interni di spessore inferiore a 15 cm. saranno calcolate le superfici eseguite detraendo tutti i vuoti presenti (porte, finestre, etc.) e non considerando le riquadrature.

Per gli intonaci applicati su muri interni di spessore superiore a 15 cm. il calcolo verrà

eseguito vuoto per pieno con le seguenti specifiche:

- a) per i vani inferiori a 4 mq. di superficie non saranno detratti i vuoti o le zone mancanti e non saranno computate le riquadrature dei vani;
- b) per i vani superiori a 4 mq. di superficie si dovranno detrarre tutti i vuoti e le zone mancanti ma dovranno essere calcolate le eventuali riquadrature dei vani.

Nel caso di lesene, riquadrature o modanature saranno computate le superfici laterali di tali elementi solo quando la loro larghezza superi i 5 cm.; dovranno essere, inoltre, inclusi nel prezzo anche i raccordi o curve dell'intonaco con raggio di curvatura inferiore a cm. 15 e la misurazione verrà effettuata come per gli spigoli vivi.

Gli intonaci esterni saranno valutati sulle superfici effettivamente eseguite, procedendo quindi alla detrazione delle aperture per porte e finestre superiori ad 1 mq.; l'applicazione di intonaco per l'esecuzione di lesene, cornicioni, parapetti, architravi, aggetti e pensiline con superfici laterali di sviluppo superiore ai 5 cm. O con raggi di curvatura superiori ai 15 cm. dovrà essere computata secondo lo sviluppo effettivo.

Le parti di lesene, cornicioni o parapetti con dimensioni inferiori ai 5 o 15 cm. indicati saranno considerate come superfici piane.

La superficie di intradosso delle volte, di qualsiasi forma, verrà determinata moltiplicando la superficie della loro proiezione orizzontale per un coefficiente di 1,2.

Nel prezzo unitario fissato per gli intonaci interni ed esterni saranno comprese anche tutte le lavorazioni necessarie per la chiusura e le riprese da eseguire dopo la chiusura di tracce o dopo la messa in opera di pavimenti, zoccolotti e telai per infissi interni ed esterni.

Nel caso di lavori particolari verranno fissate apposite prescrizioni (per la valutazione di tali opere) in mancanza delle quali resta fissato quanto stabilito dalle norme del presente capitolato

Tinteggiature, coloriture e verniciature

Nei prezzi delle tinteggiature, coloriture e verniciature in genere risulteranno compresi tutti gli oneri prescritti nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione del presente Capitolato oltre a quelli per mezzi d'opera, trasporto, sfilatura e rinfilatura d'infissi ecc. Le tinteggiature interne ed esterne per pareti e soffitti saranno, di norma, misurate con le stesse norme sancite per gli intonaci.

L'esecuzione di coloritura o verniciatura degli infissi dovrà ottemperare alle seguenti norme:

- a) le porte, bussole e simili, (x 2) dovranno essere computate due volte la luce netta dell'infisso, oltre alla mostra o allo sguincio, se presenti, non detraendo l'eventuale superficie del vetro. Così facendo, risulterà compresa anche la verniciatura del telaio per muri grossi o del cassonetto tipo romano per tramezzi e dell'imbotto tipo lombardo, sempre per tramezzi. La misurazione della mostra e dello sguincio sarà eseguita in proiezione su piano verticale parallelo a quello medio della bussola (chiusa) senza tener conto di sagome, risalti o risvolti;
- b) le finestre senza persiane, (x 3) ma con controportelli, dovranno essere computate tre volte la luce netta dell'infisso, in questo modo risulterà compensata anche la coloritura dei controportelli e del telaio (o cassettone);
- c) le finestre senza persiane e senza controportelli, (x 1) dovranno essere computate una volta sola la luce netta dell'infisso, in questo modo risulterà compresa anche la coloritura

- della soglia e del telaio (o cassettone);
- d) le persiane comuni, (x 3) dovranno essere computate tre volte la luce netta dell'infisso, in questo modo risulterà compresa anche la coloritura del telaio;
 - e) il cassettone completo tipo romano, (x 6) ovvero con controportelli e persiane, montati su cassettone, dovrà essere computato sei volte la luce netta dell'infisso, in questo modo risulterà compresa anche la coloritura del cassettone e della soglia;
 - g) le opere in ferro semplici e senza ornati, (x 0,75) quali finestre grandi a vetrate e lucernari, serrande avvolgibili a maglia, infissi per vetrine di negozi, dovranno essere computati i tre quarti della loro superficie complessiva, misurata sempre in proiezione, in questo modo potrà essere ritenuta compensata la coloritura dei sostegni, grappe e simili accessori, dei quali non si terrà conto alcuno nella misurazione;
 - h) le opere in ferro di tipo normale a disegno, (x 1) quali ringhiere, cancelli anche riducibili, inferriate e simili, dovranno essere computate una volta per l'intera loro superficie, misurata con le norme e con le conclusioni di cui alla lettera precedente;
 - i) le opere in ferro ornate, (x 1,5) cioè come alla lettera precedente, ma con ornati ricchissimi, nonché per le pareti metalliche e le lamiere stirate, dovranno essere computate una volta e mezzo la loro superficie misurata come sopra;
 - k) i radiatori dei termosifoni dovranno essere pagati ad elemento, indipendentemente dal numero delle colonne di ogni elemento e dalla loro altezza.
- Tutte le coloriture o verniciature s'intenderanno eseguite su ambo le facce con i rispettivi prezzi di elenco, inoltre si intenderà compensata la coloritura, o verniciatura di nottole, braccioletti e simili accessori.

Apparati decorativi

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

- a) manufatti da valutare a corpo: tutti quei manufatti complessi, costituiti da materiali di natura diversa, di dimensioni ridotte, di forma complessa o che presentino finiture particolarmente e finemente lavorate;
- b) manufatti da valutare a misura secondo le seguenti prescrizioni:

cornici, fasce, mostre modanature, balaustre di altari per manufatti di fattura complessa e fortemente lavorati dovrà essere calcolata la superficie inscritta in forma geometrica regolare moltiplicata per la lunghezza. Per manufatti semplici dovrà essere calcolata la superficie effettiva tramite lo sviluppo del profilo per la lunghezza della loro membratura più sporgente. Il prezzo dovrà comprendere il compenso per la lavorazione degli spigoli. A compenso della maggiore forma dei risalti, la misura di lunghezza verrà aumentata di 0,40 m per ogni risalto. Saranno considerati risalti quelli determinati da lesene, pilastri e linee di distacco architettonico che impongono un doppio profilo.

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

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

Sculture a tutto tondo

Per le sculture a tutto tondo dovrà essere misurata la superficie laterale del cilindro medio circoscrivibile incrementato del 20% per sculture di decoro semplice, del 40% per sculture di decoro complesso. Il cilindro medio dovrà essere misurato rilevando la circonferenza in almeno quattro punti significativi escludendo quelle minime (collo, caviglia, polso ecc.). Le parti molto aggettanti non dovranno essere incluse nel cilindro medio, ma calcolate con gli stessi criteri e ad esso sommate. Nel caso di sculture cave, la valutazione sarà da esprimersi a corpo.

Rilievi, fregi

Il manufatto andrà inquadrato in una o più forme geometriche piane e regolari. Lo sviluppo della superficie sarà incrementato del 20% per bassorilievi, del 40% per rilievi medi, del 60% per altorilievi. Per altorilievi molto aggettanti l'incremento andrà valutato a seconda del caso. Potranno eventualmente essere assimilabili a sculture a tutto tondo o richiedere incrementi sino al 100%.

dipinti:

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

manufatti archeologici: i manufatti (sia oggetti integri sia frammenti) riconducibili a semplici forme geometriche, saranno inquadrati nella suddetta forma di riferimento. Per tutti gli altri manufatti, la superficie verrà computata moltiplicando lo sviluppo del loro profilo per la circonferenza del minimo cilindro circoscrivibile. Gli elementi applicati dovranno essere valutati con gli stessi criteri e sommati. Il computo metrico dovrà comprendere anche la misura della superficie interna misurabile. Nel prezzo di tutte le decorazioni dovrà essere compreso l'onere per l'ossatura (nei casi in cui gli elementi non superino l'aggetto di 5 cm), per l'abbozzatura dei bugnati, per l'arricciatura della malta, per l'intonaco di stucco perfettamente profilato ed eventualmente levigato, per le modine, i calchi, le forme, per l'esecuzione dei campioni-modello nonché tutto quanto occorra a condurre le opere in stucco perfettamente a termine.

Per lavorazioni particolarmente disagiati potranno essere valutati i seguenti incrementi:

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

ambienti disagiati (ad es., ipogei, ambienti urbani ad alta densità di traffico) si applicherà l'incremento previsto in progetto per disagi conseguenti alla distanza del sito o a particolari condizioni climatiche e/o ambientali. Tale incremento sarà da valutare anche per opere ubicate in siti isolati di difficile accesso.

Operazioni di preconsolidamento

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

- a metro quadrato con un prezzo distinto secondo la percentuale di diffusione del fenomeno di degrado;
- a singolo intervento per una diffusione del fenomeno entro il decimetro quadrato cui vanno riportati i casi al di sotto di questa misura;

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

L'applicazione e la rimozione di bendaggi protettivi sarà valutata con un prezzo al decimetro quadrato nel caso di preconsolidamento su materiale lapideo e mosaici al metro quadrato nel caso di stucchi, intonaci e dipinti murari. Data la funzione di sostegno, la superficie da bendare dovrà sempre eccedere l'estensione del fenomeno di degrado che ne richiederà l'applicazione. La superficie minima sarà pari a un decimetro quadrato nel caso di materiale lapideo e mosaici ovvero, pari a 0,5 m² per stucchi, intonaci e dipinti murari a cui andranno riportati anche i casi di bendaggi al disotto di queste misure.

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

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

Operazioni di pulitura

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

Nel caso di puliture di dipinti murari nel suddetto prezzo sarà esclusa l'incidenza del risciacquo con acqua distillata e l'applicazione di materiale assorbente per l'estrazione di sali solubili e dei residui dei sali utilizzati per l'operazione di pulitura; le suddette operazioni saranno valutate al metro quadrato. Allorché si parli di cicli di applicazione questi dovranno essere intesi come l'insieme di operazioni costituito dall'applicazione del prodotto indicato secondo il metodo descritto dal *Direttore dei lavori* e dalla successiva rimozione meccanica o manuale delle sostanze da esso solubilizzati.

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

Operazioni di diserbo e trattamento da attacchi biologici

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

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

interventi

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

- a metro, nei casi di stuccature con forma lunga e molto sottile servite per chiudere o sigillare fessurazioni;
- a metro quadrato, nei casi di stuccature o rifacimenti estesi oltre il metro quadrato;
- a decimetro quadrato, nei casi di stuccature con estensione al di sotto del metro quadrato, sarà in ogni caso utile dare tre diverse stime, ovverosia entro 5 dm², tra 5 e 20 dm² tra 20 e 1 m².

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

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

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

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

Le operazioni in oggetto saranno valutate a singolo frammento in linea generale potranno essere individuate due categorie con relative valutazioni: frammento di dimensioni limitate che comprenderà sia la scaglia sia il pezzo più pesante ma comunque maneggiabile da un singolo operatore, frammento di grandi dimensioni che comprenderà un complesso di operazioni preparatorie e collaterali. In entrambi i casi, qualora si rivelasse necessaria un'operazione di bendaggio preliminare, questa sarà contabilizzata a parte secondo le indicazioni fornite alla relativa voce. Saranno altresì esclusi gli oneri di eventuali controforme di sostegno che dovranno essere aggiunti al costo dell'operazione.

La riadesione di frammenti di dimensioni limitate già distaccati o caduti, sarà valutata sempre al pezzo singolo e prevedrà una differenziazione di difficoltà nel caso di incollaggi semplici e di incollaggi con inserzioni di perni. In questo ultimo caso saranno contemplate ulteriori valutazioni dovute alla possibilità o meno di sfruttare eventuali vecchie sedi di perni, alla diversa lunghezza e al diverso materiale dei perni (titanio, acciaio inox, carbonio ecc.).

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

Lavori in legno

Nella valutazione dei legnami non dovrà essere tenuto conto degli incastri e dei nodi necessari per l'unione dei diversi pezzi, allo stesso modo non dovranno essere detratte le relative mancanze o intagli. I prezzi inerenti, la lavorazione e la posizione in opera dei legnami saranno comprensivi di ogni compenso per la fornitura di tutta la chioderia,

delle staffe, dei bulloni ecc. occorrente per gli sfridi, per l'esecuzione degli incastri e degli innesti di qualunque specie, per palchi di servizio e/o per qualunque altro mezzo provvisorio e lavoro per il sollevamento il trasporto e la posa in opera.

Le armature dei tetti e dei solai dovranno essere misurate in metri cubi di legname in opera, nel suddetto prezzo saranno comprese e compensate la ferramenta, la catramatura delle teste, nonché tutti gli oneri elencati sopra.

Art. 78 Valutazione dei lavori in economia

Le prestazioni in economia saranno eseguite nella piena applicazione della normativa vigente sulla mano d'opera, i noli, i materiali incluse tutte le prescrizioni contrattuali e le specifiche del presente capitolato; le opere dovranno essere dettagliatamente descritte nelle quantità, nei tempi di realizzazione, nei materiali, nei mezzi e nel numero di persone impiegate e controfirmate dal *Direttore dei lavori*.

Nel caso di lavori non previsti o non contemplati nel contratto iniziale, le opere da eseguire dovranno essere preventivamente autorizzate dal *Direttore dei lavori*.

L'annotazione dei lavori in economia dovrà essere effettuata dal *Direttore dei lavori* o da persona espressamente incaricata con le seguenti modalità:

in caso di lavori a cottimo la registrazione delle lavorazioni eseguite dovrà essere fatta sul libretto delle misure;

in caso di lavori in amministrazione la registrazione andrà effettuata sulle liste settimanali suddivise per giornate e provviste

le firme per quietanza dell'affidatario dovranno essere apposte sulle stesse liste di registrazione.

Dopo l'annotazione provvisoria sul libretto delle misure o sulle liste settimanali dovrà essere redatta, su un apposito registro, una sintesi delle lavorazioni eseguite riportando in ordine cronologico e per ciascuna lavorazione, le risultanze dei libretti indicando:

le partite dei fornitori a credito secondo le somministrazioni progressive;

le riscossioni e pagamenti eseguiti secondo l'ordine di effettuazione e con i riferimenti alla numerazione dei libretti e delle fatture.

Il prezzo relativo alla mano d'opera dovrà comprendere ogni spesa per la fornitura di tutti gli attrezzi necessari agli operai, la quota delle assicurazioni, la spesa per l'illuminazione, gli accessori, le spese generali e l'utile dell'*Appaltatore*.

Nel prezzo dei noli dovranno essere incluse tutte le operazioni da eseguire per avere le macchine operanti in cantiere, compresi gli operatori, gli operai specializzati, l'assistenza, la spesa per i combustibili, l'energia elettrica, i lubrificanti, i pezzi di ricambio, la manutenzione di qualunque tipo, l'allontanamento dal cantiere e quant'altro si rendesse necessario per la piena funzionalità dei macchinari durante tutto il periodo dei lavori e dopo la loro esecuzione.

Il prezzo dei materiali dovrà includere tutte le spese e gli oneri richiesti per avere i materiali in cantiere immagazzinati in modo idoneo a garantire la loro protezione e tutti gli apparecchi e mezzi d'opera necessari per la loro movimentazione, la mano d'opera richiesta per tali operazioni, le spese generali, i trasporti, le parti danneggiate, l'utile dell'*Appaltatore* e tutto quanto il necessario alla effettiva installazione delle quantità e

qualità richieste.

Tutti i ritardi, le imperfezioni ed i danni causati dalla mancata osservanza di quanto prescritto saranno prontamente riparati, secondo le disposizioni del *Direttore dei lavori*, a totale carico e spese dell'*Appaltatore*.

Art. 79 Accettazione dei materiali - Provenienza e qualità

I materiali e le forniture da impiegare nelle opere da eseguire dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia ed inoltre corrispondere alla specifica normativa del presente capitolato o degli altri atti contrattuali. Si richiamano peraltro, espressamente, le prescrizioni del Capitolato generale emanato con D.M. 145/00, le norme U.N.I., C.N.R., C.E.I. e le altre norme tecniche europee adottate dalla vigente legislazione.

I materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materiali e tecnologie tradizionali e/o artigianali, necessari per i lavori di conservazione, restauro, risanamento o manutenzione da eseguirsi sui manufatti potranno provenire da quelle località che l'*Appaltatore* riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della *Direzione dei Lavori* e degli eventuali organi competenti preposti alla tutela del patrimonio storico, artistico, architettonico, archeologico e monumentale, siano riconosciuti della migliore qualità, simili, ovvero il più possibile compatibili con i materiali preesistenti, così da non risultare incompatibili con le proprietà chimiche, fisiche e meccaniche dei manufatti oggetto di intervento.

Nel caso di prodotti industriali (ad es., malte premiscelati) la rispondenza a questo capitolato potrà risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

L'*Appaltatore* avrà l'obbligo, durante qualsivoglia fase lavorativa, di eseguire o fare effettuare, presso gli stabilimenti di produzione e/o laboratori ed istituti in possesso delle specifiche autorizzazioni, tutte le campionature e le prove preliminari sui materiali, confezionati direttamente in cantiere o confezionati e forniti da ditte specializzate, impiegati e da impiegarsi (in grado di garantire l'efficacia e la non nocività dei prodotti da utilizzarsi) prescritte nel presente capitolato e/o stabilite dalla *Direzione Lavori*.

Tali verifiche dovranno fare riferimento alle indicazioni di progetto, alle normative UNI e alle raccomandazioni di norma recepite dal Ministero per i Beni Culturali con decreto 11 novembre 1982, n. 2093. Il prelievo dei campioni (da eseguirsi secondo le prescrizioni indicate nelle raccomandazioni di norma) dovrà essere effettuato in contraddittorio con l'*Appaltatore* e sarà appositamente verbalizzato.

In particolare, su qualsiasi manufatto di valore storico-architettonico-archeologico, ovvero sul costruito attaccato in modo più o meno aggressivo da agenti degradanti e quindi oggetto di intervento di carattere manutentivo, conservativo o restaurativo e se previsto, dagli elaborati di progetto o richiesto dal *Direttore dei lavori*, l'*Appaltatore* dovrà mettere in atto una serie di operazioni legate alla conoscenza fisico materica, patologica in particolare:

determinazione dello stato di conservazione del costruito oggetto di intervento;

individuazione degli agenti patogeni in aggressione;

individuazione delle cause dirette e/o indirette nonché dei meccanismi di alterazione.

Nel caso che il *Direttore dei lavori*, a suo insindacabile giudizio, non reputasse idonea tutta o parte di una fornitura di materiale, sarà obbligo dell'*Appaltatore* provvedere prontamente e senza alcuna osservazione in merito, alla loro rimozione con sostituzione di altri materiali idonei rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti richiesti, siano essi depositati in cantiere, completamente o parzialmente in opera. Sarà inteso che l'*Appaltatore* resterà responsabile per quanto ha attinenza con la qualità dei materiali approvvigionati anche se valutati idonei dal *Direttore dei lavori*, sino alla loro accettazione da parte della *Stazione Appaltante*, in sede di collaudo finale.

L'*Appaltatore* farà sì che tutti i materiali mantengano, durante il corso dei lavori, le stesse caratteristiche richieste dalle specifiche contrattuali ed eventualmente accertate dal *Direttore dei lavori*.

Qualora in corso d'opera, i materiali e le forniture non fossero più rispondenti ai requisiti prescritti o si verificasse la necessità di cambiare le modalità o i punti di approvvigionamento, l'*Appaltatore* sarà tenuto alle relative sostituzioni e adeguamenti, senza che questo costituisca titolo ad avanzare alcuna richiesta di variazione prezzi.

Le forniture non accettate, ad insindacabile giudizio del *Direttore dei lavori*, dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spese dell'*Appaltatore* e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti.

L'*Appaltatore* resta comunque totalmente responsabile in rapporto ai materiali forniti la cui accettazione, in ogni caso, non pregiudica i diritti che la *Stazione Appaltante* si riserva di avanzare in sede di collaudo provvisorio.

Art. 80 Accettazione degli impianti

Tutti gli impianti presenti nelle opere da realizzare e la loro messa in opera, completa di ogni categoria o tipo di lavoro necessari alla perfetta installazione, dovranno essere eseguiti nella totale osservanza delle prescrizioni progettuali, delle disposizioni impartite dal *Direttore dei lavori*, delle specifiche del presente capitolato o degli altri atti contrattuali, delle leggi, norme e regolamenti vigenti in materia. Si richiamano espressamente tutte le prescrizioni, a riguardo, presenti nel Capitolato generale emanato con D.M. 145/00, le norme UNI, CNR, CEI e tutta la normativa specifica in materia.

L'*Appaltatore* è tenuto a presentare un'adeguata campionatura delle parti costituenti i vari impianti nei tipi di installazione richiesti e idonei certificati comprovanti origine e qualità dei materiali impiegati.

Tutte le forniture relative agli impianti non accettate ai sensi delle prescrizioni stabilite dal presente capitolato e verificate dal *Direttore dei lavori*, dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spese dell'*Appaltatore* e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti.

L'*Appaltatore* resta, comunque, totalmente responsabile di tutte le forniture degli impianti o parti di essi, la cui accettazione effettuata dal *Direttore dei lavori* non pregiudica i diritti che la *Stazione Appaltante* si riserva di avanzare in sede di collaudo finale o nei tempi previsti dalle garanzie fornite per l'opera e le sue parti.

Durante l'esecuzione dei lavori di preparazione, di installazione, di finitura degli impianti e

delle opere murarie relative, l'*Appaltatore* dovrà osservare tutte le prescrizioni della normativa vigente in materia antinfortunistica oltre alle suddette specifiche progettuali o del presente capitolato, restando fissato che eventuali discordanze, danni causati direttamente od indirettamente, imperfezioni riscontrate durante l'installazione od il collaudo ed ogni altra anomalia segnalata dal *Direttore dei lavori*, dovranno essere prontamente riparate a totale carico e spese dell'*Appaltatore*.

Art. 81 Categorie di lavoro - Definizioni generali

Tutte le categorie di lavoro indicate negli articoli seguenti dovranno essere eseguite nella completa osservanza delle prescrizioni del presente capitolato, della specifica normativa e delle leggi vigenti.

Si richiamano espressamente, in tal senso, gli articoli già riportati sull'osservanza delle leggi, le responsabilità e gli oneri dell'*Appaltatore* che, insieme alle prescrizioni definite negli articoli seguenti, formano parte integrante del presente capitolato.

Art. 82 Metodologie di indagine

Nel caso in cui le indagini diagnostiche siano previste negli elaborati di progetto ovvero, espressamente richieste dal *Direttore dei lavori* sarà cura dell'*Appaltatore* provvedere ad eseguirle così da garantire, il sistematico quanto scientifico, rilevamento di informazioni concernenti lo stato di conservazione e/o i processi di degrado.

Ogni tipo di indagine dovrà essere, obbligatoriamente, concordata ed esaminata con il *Direttore dei lavori* in relazione al tipo di procedura da mettersi in opera e all'eventuale zona del prelievo. Ogni qualsiasi analisi dovrà necessariamente essere affidata a personale, istituto, ditta, laboratorio riconosciuti e autorizzati dagli organi di tutela del bene in pieno accordo con le indicazioni del *Direttore dei lavori*.

Nei casi in cui le indagini richiedessero l'esecuzione di minimi prelievi di materiale, questi saranno ammessi a patto che non sia possibile apprendere i dati in oggetto in maniera differente. In linea generale questa operazione a carattere "distruttivo" dovrà rivolgersi, nei limiti del possibile, a zone già in fase di degrado e/o di distacco imminente o quantomeno a zone meno visibili così da non apportare compromissioni estetiche al manufatto; durante il campionamento risulta di massima importanza eseguire una documentazione fotografica, di dettaglio e generale, dei punti di rilievo, oltre che prendere nota della loro ubicazione direttamente sui grafici di rilievo. In ogni modo non sarà tollerato il ricorso sistematico a tecniche distruttive. L'esecuzione di detti prelievi dovrà seguire le indicazioni presenti nel documento CNR-ICR norme 3/80 "Materiali lapidei: campionamento" ossia:

- il campione dovrà essere eseguito solo dietro autorizzazione scritta dell'organo di tutela del manufatto;
- il campione dovrà essere eseguito sotto la responsabilità di chi effettuerà l'analisi;
- il numero e la quantità dei prelievi, compatibilmente con le analisi prescritte, dovranno essere minimi e le zone di prelievo dovranno, in linea generale, essere scelte tenendo conto della necessità di non danneggiare in alcun modo l'estetica del manufatto.

Durante la fase di prelievo sarà cura dell'*Appaltatore* non arrecare alcun danno al manufatto,

inoltre, laddove l'area del prelievo e/o di indagine non fosse raggiungibile dall'operatore dovrà essere compito dell'*Appaltatore* mettere in opera tutte le strutture accessorie ossia strutture fisse come ponteggi, trabattelli, ponti di servizio, castelli di carico ecc. in modo da garantire il prelievo dei campioni e la periodica possibilità di accesso per la lettura dei dati. L'*Appaltatore* dovrà, inoltre, anche se non espressamente specificato nell'intervento che coinvolge le superfici, fornire l'energia elettrica, se richiesta dalla specifica indagine, e provvedere al ripristino delle zone relative ai prelievi dei campioni. Il prelievo di materiale e la conseguente analisi di laboratorio avrà lo scopo di determinare, dal punto di vista mineralogico-petrografico sia la natura delle malte (leganti ed inerti) che compongono gli intonaci, sia la natura dei pigmenti utilizzati nelle diverse tinteggiature applicate alla superficie intonacata. Le metodologie di analisi si potranno individuare in:

- analisi al microscopio stereoscopico in superficie e in sezione trasversale dei vari strati d'intonaco, con il fine di identificare la qualità dell'inerte, del legante e dei componenti accessori (pigmenti ed additivi) che compongono l'impasto;
- analisi granulometrica eseguita con setacciatura del campione disgregato, con idoneo numero di vagli posti su vibratore meccanico;
- analisi mineralogica eseguita per diffrazione ai raggi X su frammenti di intonaco macinati;
- analisi mineralogica-petrografica su sezioni sottili al microscopio polarizzatore;
- analisi con microscopia ottica al fine di identificare i leganti ed i pigmenti nei vari strati di intonaco;
- analisi della porosità totale e della distribuzione del volume dei pori eseguita mediante porosimetro a mercurio completo di unità per macropori.

Le indagini preliminari che potranno essere utilizzate saranno di due tipi:

- a) indagini non distruttive;
- b) indagini minimamente distruttive.

Nel primo caso si utilizzeranno tecnologie di analisi dei materiali o degli elementi da sottoporre ad opere di restauro che escludano interventi artificiali o a carattere invasivo tali da alterare in qualsiasi modo le caratteristiche fisico-chimiche delle parti oggetto di indagine.

A questa prima categoria appartengono le seguenti tecnologie:

- 1) fotogrammetria per la ripresa e restituzione di immagini fotografiche completamente prive di distorsioni provocate dall'impiego delle ottiche normalmente utilizzate;
- 2) termovisione per il rilevamento delle radiazioni elettromagnetiche (comprese tra 0,4 e 0,75 micron) e di immagini non comprese nella banda del visibile ma estese nel campo dell'infrarosso e più precisamente nella regione spettrale compresa tra 2 e 5,6 micron visualizzando su un monitor la mappa termica o termogramma della distribuzione della temperatura superficiale dei vari materiali;
- 3) misurazione della temperatura e dell'umidità effettuata con termometri ed igrometri in grado di fornire i valori relativi alle superfici prese in esame; tali misurazioni possono essere eseguite anche con strumentazioni elettroniche di precisione e con l'umidometro a carburo di calcio;
- 4) misurazione dei valori di inquinamento atmosferico attraverso la rilevazione dei dati sulle

- radiazioni solari, la direzione del vento, le precipitazioni e la pressione esterna;
- 5) la rilevazione fotografica con pellicole normali o all'infrarosso per un'analisi più approfondita delle caratteristiche dei materiali e delle loro specificità fisico-chimiche;
 - 6) endoscopia necessaria per l'esame ottico di condotti o cavità di piccole dimensioni per mezzo di piccole telecamere o strumenti fotografici integrati con apparecchi illuminanti e, a volte, con l'impiego di fibre ottiche;
 - 7) misurazione degli inquinanti atmosferici effettuata con strumenti specifici per la rilevazione dei parametri di anidride carbonica, anidride solforosa, anidride solforica, ossidi di azoto, acido cloridrico, polveri totali, solfati, cloruri, nitrati ed altre sostanze presenti in sospensione nell'aria o depositate sul terreno;
 - 8) magnetometria impiegata per la rilevazione dei materiali ferrosi anche inglobati in altre sostanze; la ricerca è basata sul principio dell'induzione elettromagnetica e lo strumento utilizzato è il metal-detector che localizza la presenza di metalli con emissioni magnetiche effettuate da bobine o altri generatori di campi;
 - 9) colorimetria che analizza il manufatto sulla base dell'indagine fotografica effettuata con una serie di colorimetri standardizzati secondo la scala Munse che consentono l'individuazione delle varie sostanze presenti nelle parti analizzate.
- Saranno ammissibili anche degli altri tipi di indagine, da applicare sulla base di valutazioni effettuate dal *Direttore dei lavori*, che dovranno rientrare tra quelle classificate non distruttive anche se con un piccolo grado di invasività quali:
- 10) misurazioni del suono effettuate con fonometri in grado di emettere e captare delle onde sonore registrando la deformazione delle onde elastiche che forniscono elementi per la valutazione del degrado delle murature o eventuale presenza di lesioni;
 - 11) indagini con ultrasuoni eseguite per mezzo di fonometri particolari in grado di emettere dei segnali su frequenze tra 0,5 e 1,5 MHz che vengono registrati da un captatore (interno all'apparecchio stesso) che misura:
 - la velocità del suono in superficie per individuare le alterazioni superficiali dei materiali;
 - le misure radiate, non sempre possibili, (in quanto registrate sulla superficie esterna e su quella interna) per verificare l'omogeneità dei materiali;
 - 12) il rilievo della luminosità misurato con un luxmetro per verificare l'illuminazione dei vari oggetti, con un ultraviometro per misurare la radiazione ultravioletta, con termometri e termografi per la misurazione della temperatura di colore - i dati rilevati dovranno essere comparati a parametri standard che prevedono un'illuminazione max di 250-300 lux per pietre e metalli, 180 lux per legno e dipinti (il lux equivale ad illuminazione prodotta da una sorgente di 1 candela su una superficie ortogonale ai raggi ad una distanza di 1 metro), temperatura di colore 4.000 K, umidità relativa 55-60%.
- Oltre a quelle già descritte potranno essere utilizzate delle tecniche di analisi che hanno caratteristiche distruttive di lieve entità e che si rendono necessarie per la valutazione di alcuni parametri;
- 13) analisi con i raggi x per l'identificazione della struttura di una sostanza cristallina individuandone i vari componenti;
 - 14) prove chimiche necessarie per stabilire la composizione della malta che viene analizzata con:

- dissoluzione del campione in acido cloridrico con concentrazioni e temperature variabili;
 - quantità di gas carbonico nei componenti carbonati;
 - dosaggio per perdita al fuoco dell'acqua di assorbimento;
 - dosaggio sostanze organiche;
 - 15) analisi spettrofotometriche per l'identificazione ed il dosaggio degli ioni presenti in una soluzione acquosa- campo del visibile (0,4-0,8 micron), ultravioletto (0,000136-0,4 micron) e infrarosso (0,8-400 Nm);
 - 16) microscopia ottica per l'analisi del colore, dei caratteri morfologici e delle caratteristiche specifiche di ciascuna sostanza;
 - 17) microscopia elettronica per lo studio della distribuzione delle singole parti e dei prodotti di alterazione;
 - 18) studio petrografico in sezione sottile per analizzare sezioni di materiale di spessore molto ridotto ed osservate al microscopio elettronico a scansione;
 - 19) analisi conduttometriche per la valutazione della presenza di sali solubili in acqua nel campione esaminato senza stabilire il tipo di sale eventualmente presente.
- Nei processi di analisi dei campioni sono richieste anche le seguenti prove fisiche e meccaniche:
- 20) valutazione della porosità con porosimetri a mercurio e picnometri Beckman in grado di definire, conseguentemente, il livello di permeabilità all'acqua e quindi lo stato di degrado di un materiale;
 - analisi granulometrica con setacci a maglie da 60 a 400 micrometri per la definizione della distribuzione del materiale e lo studio dei parametri conseguenti;
 - capacità di imbibizione definita con il controllo del peso prima e dopo l'immersione dei vari campioni di materiali;
 - assorbimento per capillarità misurata su campioni posti a contatto con una superficie liquida;
 - prove di compressione, taglio e trazione eseguite sui campioni di vari materiali per la definizione delle caratteristiche di ciascun elemento.
 - saggi e verifiche sui materiali e sui metodi di applicazione (esecuzione prove di pulitura)

Al fine di mettere a punto nel dettaglio le tecniche di intervento più soddisfacenti in riferimento alle operazioni previste dal progetto, tenendo conto delle eventuali disomogeneità del manufatto (sia dal punto di vista del suo stato di conservazione, tipo di sporco, natura di eventuali patinature ecc., che delle tecniche esecutive e di eventuali nuovi dati introdotti dalle indagini preliminari analitiche (se previste dal progetto), potrà essere disposta dal *Direttore dei lavori* l'esecuzione di test, saggi e verifiche.

L'esecuzione di saggi di verifica sui materiali e sui metodi di applicazione deve seguire alcune regole di metodo: le aree scelte devono essere contenute nel numero e limitate nell'estensione ma, al tempo stesso, devono interessare le diverse tipologie di degrado su cui si vuole intervenire con una campionatura di zone e di situazioni tale da rendere possibile la valutazione dell'esito dell'intervento nel suo insieme.

La delimitazione delle aree dovrà essere realizzata in maniera totalmente reversibile; inoltre, pur considerando il carattere sperimentale dei saggi, si dovrà operare in modo tale da ridurre quanto più possibile il rischio che nelle aree perimetrali dei saggi stessi, si creino

alterazioni irreversibili delle caratteristiche ottiche e formali di tonalità e di brillantezza della pellicola pittorica e/o del materiale lapideo (gore, opacizzazioni, sbiancamenti, aloni ecc.). A tale proposito sarà utile evitare che intercorra un tempo eccessivamente lungo (non più di 6 mesi) tra l'esecuzione dei saggi e l'intervento complessivo di restauro.

La descrizione e la documentazione delle diverse tecniche utilizzate per l'esecuzione dei saggi dovrà essere chiara, esauriente ed esplicita nel dettaglio operativo (dovranno, ad esempio, essere indicate la diluizione o la concentrazione nonché i tempi di contatto di eventuali solventi da impiegare per la pulitura), per essere un riferimento utile e concreto al momento di intervenire in maniera estesa. A tale scopo sarà auspicabile il ricorso, oltre che ad un testo scritto, anche a tecniche di documentazione grafiche, fotografiche o di altro tipo.

Art. 83 Rilievi - Capisaldi - Tracciati

Al momento della consegna dei lavori l'*Appaltatore* dovrà verificare la rispondenza dei piani quotati, delle sezioni e dei profili di progetto allegati al contratto, richiedendo gli eventuali chiarimenti necessari alla piena comprensione di tutti gli aspetti utili finalizzati al corretto svolgimento dei lavori da eseguire. Qualora durante la consegna dei lavori non dovessero emergere elementi di discordanza tra lo stato dei luoghi e gli elaborati progettuali, o l'*Appaltatore* non dovesse sollevare eccezioni di sorta, tutti gli aspetti relativi al progetto e al suo posizionamento sull'area prevista, devono intendersi come definitivamente accettati nei modi previsti e indicati negli elaborati progettuali.

Durante l'esecuzione delle opere sarà onere dell'*Appaltatore* provvedere alla realizzazione e conservazione di capisaldi di facile individuazione e delle opere di tracciamento e picchettazione delle aree interessate dai lavori da eseguire; la creazione o la conservazione dei capisaldi necessari all'esecuzione dei lavori sarà effettuata con l'impiego di modine e strutture provvisorie di riferimento in base alle quali si eseguirà il successivo tracciamento.

Art. 84 Demolizioni - Asportazioni - Smontaggi

Generalità

Le operazioni di demolizioni e smontaggi dovranno essere conformi a quanto prescritto nel DPR 7 gennaio 1956, n. 164 (in modo particolare negli articoli 10, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76). Le demolizioni e/o le asportazioni totali o parziali di murature, intonaci, solai ecc., nonché l'operazione di soppressione di stati pericolosi in fase critica di crollo, anche in presenza di manufatti di pregevole valore storico-architettonico, dovranno essere eseguite con ordine e con le necessarie precauzioni, al fine sia di non provocare eventuali danneggiamenti alle residue strutture, sia di prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro; dovranno, inoltre, essere evitati incomodi, disturbi o danni collaterali. Particolare attenzione dovrà essere fatta allo scopo di evitare la formazione di eventuali zone d'instabilità strutturale.

Sarà vietato demolire murature superiori ai 5 m d'altezza senza l'uso di idonei ponti di servizio indipendenti dalla struttura oggetto d'intervento. Per demolizioni da 2 m a 5 m

d'altezza sarà obbligo, per gli operatori, indossare idonee cinture di sicurezza complete di bretelle e funi di trattenuta.

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

Prima dell'inizio della procedura dovrà, obbligatoriamente, essere effettuata la verifica dello stato di conservazione e di stabilità delle strutture oggetto di intervento e dell'eventuale influenza statica su strutture corrispondenti, nonché il controllo preventivo della reale disattivazione delle condutture elettriche, del gas e dell'acqua onde evitare danni causati da esplosioni o folgorazioni. Si dovrà, inoltre, provvedere alle necessarie opere di puntellamento ed alla messa in sicurezza temporanea (mediante idonee opere provvisorie) delle parti di manufatto ancora integro o pericolanti per le quali non saranno previste opere di rimozione.

Sarà, inoltre, necessario delimitare ed impedire l'accesso alla zona sottostante la demolizione (mediante tavolato ligneo o d'altro idoneo materiale) ed allestire, in corrispondenza dei luoghi di transito o stazionamento, le doverose protezioni e barriere parasassi (mantovane) disposte a protezione contro la caduta di materiali minuti dall'alto.

L'accesso allo sbocco dei canali di scarico del materiale di demolizione, per le operazioni di carico e trasporto, dovrà essere consentito soltanto dopo che sarà sospeso lo scarico dall'alto. Preliminarmente all'asportazione, ovvero smontaggio di elementi da ricollocare in situ, sarà indicato il loro preventivo rilevamento, classificazione e posizionamento di segnali atti a facilitare la fedele ricollocazione dei manufatti. Questo tipo di procedura dovrà essere strettamente limitata e circoscritta alle zone ed alle dimensioni prescritte negli elaborati di progetto. Nel caso in cui, anche per l'eventuale mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero asportate altre parti od oltrepassati i confini fissati, si dovrà provvedere al ripristino delle porzioni indebitamente demolite seguendo le indicazioni del *Responsabile Unico del Provvedimento* scrupolosamente le prescrizioni enunciate negli articoli specifici.

Tutti i materiali riutilizzabili (mattoni, piastrelle, tegole, travi, travicelli ecc.) dovranno essere opportunamente calati a terra, scalcinati, puliti (utilizzando tecniche indicate dal *Direttore dei lavori*), ordinati e custoditi nei luoghi di deposito che saranno segnati negli elaborati di progetto, che in ogni caso dovrà essere un luogo pulito, asciutto, coperto eventualmente con teli di pvc e ben ventilato; sarà, inoltre, consigliabile non far appoggiare i materiali di recupero direttamente al contatto con il terreno interponendovi

apposite pedane lignee o cavalletti metallici), usando cautele per non danneggiarli, sia nelle operazioni di pulitura, sia in quelle di trasporto e deposito. Detti materiali, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, resteranno tutti di proprietà della *Stazione Appaltante*, la quale potrà ordinare all'*Appaltatore* di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati.

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

Per demolizioni di notevole estensione sarà obbligo predisporre un adeguato programma nel quale verrà riportato l'ordine delle varie operazioni.

Demolizione di strutture murarie

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

a) Strutture portanti e/o collaboranti

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

b) Tramezzature

La demolizione parziale e/o totale di tramezzature seguirà le modalità descritte per la

procedura riguardante le strutture portanti e collaboranti; spesso, infatti, semplici tramezzi in mattoni pieni od anche forati apparentemente destinati a portare esclusivamente se stessi, si possono rilevare dei rompitratte, ovverossia l'inflessione con la conseguente deformazione della struttura lignea del solaio sovrastante potrebbe, di fatto, aver trasformato il tramezzo devolvendogli, almeno in parte, un incarico strutturale spesso impreveduto, ma in certe circostanze, essenziale alla stabilità del manufatto. Una demolizione arbitraria di un tramezzo di questo tipo potrebbe, pertanto, portare anche al collasso delle strutture orizzontali.

c) Demolizioni di strutture in c.a.

Nel caso di demolizione parziale di strutture a telaio in c.a. dovranno essere precedentemente rimosse completamente le eventuali tramezzature e tamponature al fine di evitare la possibilità di crollo spontaneo di elementi scarsamente collegati; inoltre una volta liberata la struttura portante dalle tamponature sarà più facilmente valutabile la scelta dei punti da cui iniziare la demolizione. Durante la demolizione (che avverrà con l'ausilio di piccoli martelli pneumatici), in special modo di travi, si renderà necessario il controllo ripetuto della direzione delle armature che, se posizionate in maniera errata rispetto alla collocazione teorica, potranno indicare le reali sezioni di minor resistenza.

Smontaggio di strutture orizzontali

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

La preparazione delle puntellature, necessarie per sostenere le parti che dovranno restare in opera, dovrà essere eseguita con particolare cura, così come tutti gli accorgimenti finalizzati al non deterioramento dei materiali riutilizzabili, come, ad esempio, la chiusura accurata dei fori delle vecchie imposte, non idonee per la nuova struttura; si dovrà, inoltre, porre attenzione ad effettuare lo scarico immediato dei materiali di risulta evitando qualsiasi accumulo o caduta di materiali sugli orizzontamenti sottostanti. In presenza di tiranti annegati nelle solette delle strutture orizzontali si seguiranno le disposizioni prescritte nell'articolo sulla demolizione di strutture murarie.

a) Strutture voltate

Lo smontaggio delle strutture voltate si distinguerà in rapporto alla tipologia ed all'apparecchiatura della volta, alla natura del dissesto ed alle condizioni d'ambito. Previa esecuzione di "saggi di scopertura" (al fine di ricavare le informazioni necessarie) e la messa in opera di idonei puntellamenti (ad es. strutture provvisorie di centinatura) e sbatacchiature atte non solo ad agevolare l'operazione in oggetto ma anche a garantire la stabilità dei manufatti confinanti (in modo particolare dovrà essere posta molta attenzione a controbilanciare l'assenza di spinta esercitata dalla volta da "smontare" o demolire) si procederà alla demolizione della volta: per volte in laterizio in foglio a crociera, a vela od a padiglione la procedura di smontaggio dovrà iniziare, sempre, dalla chiave e seguire un andamento a spirale, così come nel caso di volte a botte con apparecchiatura a spina di pesce diritta o spina reale; mentre per le volte a botte, a botte con teste a padiglione, o a schifo con apparecchiature con filari longitudinali o trasversali

si procederà per cantieri frontali avanzando dal centro verso le imposte.

b) *Strutture in aggetto*

Lo smontaggio di parti a sbalzo (cornicioni di gronda, balconi, gradini ecc.) seguirà le procedure riguardanti i

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

c) *Collegamenti verticali*

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

d) *Manti e strutture di copertura*

Lo smontaggio della copertura procederà, quando sarà possibile, dall'intradosso: contrariamente gli addetti dovranno lavorare su appositi tavolati di ripartizione posti sull'orditura principale, mai su quella secondaria. Allorché l'altezza di possibili cadute sul piano sottostante superi i 2 m si dovrà, necessariamente, predisporre un sotto piano di lavoro; qualora non sia possibile mettere in opera detto sottopalco sarà obbligo munirsi di apposite cinture di sicurezza. Lo smontaggio e la scomposizione della carpenteria principale (arcarecci, terzere, puntoni, capriate ecc.) qualunque sia il materiale legno, ferro o c.a., seguirà la procedura inversa a quella della messa in opera, ovverosia prima si smonteranno a mano le canne fumarie ed i comignoli, poi il manto di copertura (le tegole saranno asportate a sezione, simmetricamente da una parte e dall'altra, procedendo dal colmo verso le gronde avendo cura di non rompere o danneggiare i singoli pezzi), il sottofondo e lo scempiato di mezzane od il tavolato ligneo, in seguito si passerà a sfilare l'orditura minuta e/o media (travicelli, correnti, morali, palombelli, mezzanelle ecc.) e, per ultimo, quella principale che dovrà essere imbracata e calata a terra mediante idonei dispositivi (gru, paranchi, montacarichi ecc.). Particolare attenzione si dovrà avere in presenza di eventuali connessioni (chiodature, cavigli, gattelli lignei, piastrine metalliche di ancoraggio ecc.) presenti tra le varie orditure o tra gli elementi della medesima orditura od ancora tra l'orditura principale e la muratura d'imposta. Il loro smontaggio richiederà, infatti, particolari cautele e l'adozione di idonei strumenti al fine di evitare ulteriori degradi delle strutture lignee o delle murature (ad es. per sfilare i chiodi dalle assi di un tavolato si potrà tranciare le teste e segare i gambi o, in alternativa,

esercitare una trazione sull'elemento da rimuovere, in corrispondenza della giunzione, sfruttando il principio della leva ed utilizzando a tale scopo strumenti quali tenaglie, scalpelli ecc. avendo cura di non danneggiare, né la tavola dell'assito da rimuovere, né il travicello cui sarà ancorata).

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

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

Asportazione di intonaci

La procedura di rimozione dovrà necessariamente sempre essere preceduta da un'operazione di "saggiatura" preventiva, eseguita mediante percussione sistematica con le nocche della mano sulla muratura al fine di individuare con precisione le zone compatte e per delimitare (ad es. con un segno tratteggiato a gesso) il perimetro di quelle in fase di distacco (zone gonfiate e formanti "sacche").

L'asportazione parziale o totale degli intonaci dovrà essere eseguita rimuovendo accuratamente dalla superficie degradata, per strati successivi, tutto lo spessore dell'intonaco fino ad arrivare al vivo della muratura senza però intaccare il supporto murario che, alla fine dell'intervento, si dovrà presentare integro senza visibili scanalature e/o rotture degli elementi componenti l'apparecchio murario. L'azione dovrà, quindi, essere sempre controllata e limitata alla rimozione dell'intonaco senza intaccare la muratura di supporto ed eventuali aree vicine da conservare.

La demolizione dovrà procedere dall'alto verso il basso rimuovendo porzioni limitate e di peso modesto ed eliminando manualmente lembi d'intonaco rigonfiati di notevole spessore. La procedura sarà, preferibilmente, eseguita con mezzi manuali (mediante mazzetta, punta e scalpello oppure martelline) facendo particolare attenzione, in fase esecutiva, a non intaccare il supporto murario od altre superfici non interessate alla procedura.

Durante l'operazione d'asportazione si dovrà avere cura di evitare danneggiamenti a serramenti, pensiline, parapetti e a tutti i componenti edilizi (stucchi, modanature, profili da conservare ecc.) nelle vicinanze o sottostanti la zona d'intervento. Nel caso in cui si dovesse intervenire su di un particolare decorativo da ripristinare, (ad es. finte bozze di bugnato o cornici marcapiano ecc.) sarà obbligo, prima della rimozione, eseguire un attento rilievo ed un eventuale successivo calco (in gesso o in resina) al fine di poterlo riprodurre in maniera corretta.

Il materiale di scarto, (soprattutto in presenza di intonaci a calce), se non diversamente specificato dal *Direttore dei lavori*, dovrà essere recuperato mediante la disposizione di idoneo tavolato rivestito da teli di nylon e custodito in pile accuratamente coperti per proteggerli dagli agenti atmosferici, al fine di riutilizzarlo per la messa in opera di eventuali rappezzi. L'operazione di spicconatura terminerà con pulizia di fondo a mezzo di scopinetti e/o spazzole di saggina, con lo scopo di allontanare dalla muratura tracce di

sporco e residui pulverulenti.

Rimozione e smontaggio di pavimenti

La rimozione dei pavimenti dovrà essere eseguita preferibilmente con mezzi manuali (mazzetta e scalpello), in presenza di battuti (di cemento o di graniglia) o pastelloni alla veneziana particolarmente tenaci, con l'ausilio di martelli da taglio. In ogni caso l'operazione dovrà essere limitata al solo pavimento ed alla malta di allettamento. Il restante sottofondo dovrà essere pulito e spianato accuratamente eliminando qualsiasi irregolarità. Bisognerà, inoltre, prestare molta attenzione agli impianti posti sotto il pavimento, dei quali si dovrà, necessariamente, curarne il ripristino nel caso di rottura causata durante le demolizioni.

Nell'eventualità in cui gli elaborati di progetto prevedano uno smontaggio preordinato al recupero del materiale assumerà notevole importanza la cura dello smontaggio: in questo caso sarà, per ovvie ragioni, è bandito l'uso di mezzi meccanici (ad es. martelli pneumatici) e la procedura avrà inizio laddove si presenterà una soluzione di continuità (ad es. rottura dell'elemento o mancanza di fuga) procedendo di conseguenza. A seconda del tipo e della consistenza della giunzione tra gli elementi si sceglieranno gli strumenti e le tecniche più idonee, fermo restando la cura di non danneggiare gli elementi stessi e quelli limitrofi:

unioni mediante infissione a forza (ad es. pavimentazioni in cubetti di porfido, in ciottoli di fiume ecc.): si potranno rimuovere gli elementi con l'uso di leve;

unioni chiodate (ad es. tavolati, parquet ecc.): si potranno sfilare i chiodi mediante tenaglie o pinze, tranciare le teste ed i gambi dei chiodi o, in alternativa, si potrà esercitare una trazione sull'elemento da rimuovere, in corrispondenza della giunzione, sfruttando il principio della leva ed utilizzando a tale scopo strumenti quali tenaglie, scalpelli ecc.;

unioni mediante collanti o malte (ad es. mattonati, lastre lapidee ecc.) si procederà mediante punte e scalpelli utilizzandoli come leve ponendo attenzione a non spezzare l'elemento da asportare;

unioni continue (ad es. battuti di graniglia, pastelloni veneziani ecc.) si potrà intervenire solo attraverso il taglio meccanico (con l'ausilio di seghe circolari e flessibili) di porzioni, previa la loro individuazione e numerazione in fase di rilievo. Il taglio (eventualmente guidato da appositi segnali guida o da carrelli) dovrà evitare di pregiudicare i contorni al fine, sia di rendere possibile il successivo accostamento dei pezzi in fase di rimontaggio, sia di non avere eccessive fughe e linee irregolari di giuntura.

L'operazione di smontaggio dovrà essere preceduta da un accurato rilievo dello stato di fatto del pavimento con conseguente numerazione dei pezzi e segnatura delle facce combacianti, nel caso in cui la disposizione degli elementi dovesse seguire uno specifico disegno oppure laddove si abbia a che fare con pezzi speciali per forma e dimensioni inseriti in un disegno esente da schemi fissi e ripetitivi. Sarà consigliabile, nonché vantaggioso, tenere conto nella numerazione e marcatura dei singoli elementi e l'ordine con cui gli stessi verranno disancorati e rimossi dal supporto, così da organizzare una corretta sequenza operativa necessaria al rimontaggio.

Rimozione e smontaggio di rivestimenti lapidei

La procedura di smontaggio di pannelli lapidei dovrà necessariamente adottare, ogni volta,

la metodologia, la tecnica e gli strumenti più consoni per separare i componenti di ancoraggio che potranno variare dalle unioni con chiodature, perni e zanche in ferro a mastici e malte adesive. Qualsiasi procedura sarà adottata l'operazione di smontaggio dovrà essere preceduta da un accurato rilievo dello stato di fatto delle lastre di rivestimento, con conseguente numerazione dei pezzi e segnatura delle facce combacianti tenendo conto dell'ordine secondo cui gli elementi saranno disancorati dal supporto, così da facilitare l'organizzazione di una corretta sequenza operativa indispensabile per l'eventuale rimontaggio. In questa fase sarà, inoltre, necessario sia valutare le dimensioni e il peso dei singoli manufatti da rimuovere (ovvero delle parti risultanti dallo smontaggio), sia verificare se lo smontaggio possa interessare il singolo elemento o più elementi contemporaneamente (ad es. il caso in cui la singola lastra sia collegata o composta con altri pezzi). In linea generale si dovrà evitare il più possibile di ricorrere all'uso di tagli, se questi non potessero essere evitati si dovrà cercare di effettuarli (mediante l'ausilio di frullini elettrici manuali muniti di idoneo disco in ragione della consistenza del litotipo da tagliare) in punti appropriati come, ad esempio, sulla stuccatura del giunto tra lastra e torelo o nella giuntura d'angolo di due pannelli, facendo attenzione a non danneggiare i bordi così da rendere possibile il loro successivo raccostamento.

Precedentemente alla rimozione, sarà necessario predisporre idonea attrezzatura di sollevamento e calo a terra in ragione del peso e della manovrabilità delle lastre (ad es. montacarichi). Allo stesso tempo, potrà risultare utile realizzare dei presidi di sostegno ed un'opportuna operazione di preconsolidamento degli elementi (si vedano gli articoli specifici) affinché il loro smontaggio possa avvenire in piena sicurezza e tutela degli operatori e dei pannelli stessi.

La prima operazione di smontaggio vero e proprio sarà quella di rimuovere gli elementi (perni, zanche ecc.) o i materiali (malte, mastici ecc.) che garantiscono la connessione dei pannelli alla struttura muraria. Nel caso di elementi metallici questa operazione potrà avvenire: se sono di modeste dimensioni (ad es. chiodature), esercitando sugli elementi una controllata trazione sfruttando il principio della leva, mentre, se si tratta di elementi di una certa consistenza (ad es. zanche in ferro), ricorrendo al taglio che consente una facile asportazione successiva; in ogni caso, questa operazione, dovrà essere realizzata avendo cura di non danneggiare il pannello lapideo. Prima di distaccare del tutto il pannello dal supporto, la lastra dovrà essere messa in sicurezza imbracandola con idonei nastri telati collegati all'organo di posa a terra.

Se non diversamente specificato negli elaborati di progetto la procedura avrà inizio partendo da un elemento privo di decorazioni già sconnesso o degradato cosicché, in caso di perdita, non verrà a mancare una parte rilevante del rivestimento, altrimenti si potrà iniziare da un pannello (anch'esso privo di decorazioni o appartenente ad eventuali disegni di rivestimento) posto in posizione defilata; sovente, infatti, la prima operazione di smontaggio può comportare la rottura o la perdita del pannello.

Asportazione di tinte

a) Raschiatura parziale di tinte

La procedura ha lo scopo di rimuovere parziali strati di coloriture staccate o in fase di

distacco (coloriture organiche) evitando di intaccare gli strati superficiali del sottofondo nonché eventuali coloriture ancora ben aderenti al supporto (soprattutto quando si tratta di coloriture inorganiche). Prima di procedere con l'intervento di raschiatura dovranno essere eseguite delle prove preliminari circoscritte a più punti della superficie da asportare in modo da poter verificare l'effettiva adesione della tinta al supporto; per questo risulterà opportuno realizzare campioni, di 10 cm di lato, suddivisi, a loro volta, in porzioni di grandezza variabile (da 2 mm a 1 cm di lato), tramite l'ausilio di righe metalliche. Nel caso in cui le parti che si distaccano conseguentemente all'operazione di quadrettatura risultino inferiori al 20% della superficie campione potrà essere realizzata una raschiatura parziale, contrariamente, in riferimento a quanto prescritto dal *Direttore dei lavori*, la raschiatura potrà essere anche totale.

L'operazione di raschiatura dovrà essere realizzata ricorrendo a mezzi meccanici (spatole, raschietti, bisturi ecc.) facilmente controllabili e non traumatici per il supporto. In presenza di rinvenimenti di strati sottostanti di pitture organiche la procedura potrà essere ripetuta così da poter valutare l'eventuale possibilità di rimuoverli.

b) *Raschiatura totale di tinte*

L'operazione di raschiatura totale della tinta dovrà, necessariamente, essere preceduta sia dalle indagini preliminari esplicitate nella procedura inerente la raschiatura parziale di tinte, sia da ulteriori accertamenti diagnostici e stratigrafici: per questo l'*Appaltatore* dovrà provvedere a fornire la strumentazione idonea per consentire tali verifiche in riferimento a quanto riportato negli specifici articoli. L'intervento, poiché potrà essere compiuto oltre che meccanicamente (seguendo le indicazioni riportate nella procedura di raschiatura parziale) anche chimicamente o a fiamma, potrà essere effettuato solo dopo aver comprovato l'effettiva tenuta del supporto a stress chimici e termici. La selezione della metodologia di rimozione (chimica o a fiamma) potrà essere fatta solo dopo aver eseguito delle prove campione sulla superficie in modo da poter essere in grado di comparare il risultato raggiunto dalle diverse risoluzioni valutandone, al contempo, i relativi vantaggi e svantaggi.

c) *Raschiatura chimica*

La raschiatura con sistemi chimici prevederà la stesura superficiale di prodotti decapanti ricorrendo all'uso di pennelli; i prodotti dovranno essere prescelti seguendo le specifiche indicazioni del *Direttore dei lavori*, e applicati previa protezione di tutto ciò che potrebbe danneggiarsi durante l'applicazione del prodotto. Il decapante verrà applicato e tenuto in opera in riferimento a quanto desunto dalle prove preliminari eseguite sui campioni. A reazione avvenuta il prodotto dovrà essere rimosso dalla superficie, mediante strumentazione meccanica (raschietti). La superficie dovrà essere, infine, lavata (seguendo le indicazioni riportate negli specifici articoli) così da asportare qualsiasi traccia residua di decapante evitandone l'essiccazione sul supporto.

d) *Raschiatura a fiamma*

La raschiatura a fiamma potrà essere realizzata mediante l'utilizzo di bombole di GPL e di sistemi di erogazione della fiamma (conformi alla normativa antincendio e di sicurezza). La superficie di intervento dovrà essere riscaldata fino a che la tinta da asportare non risulti annerita o rigonfia (prestando particolare attenzione a non procurare bruciature o

annerimenti al supporto); a questo punto, ricorrendo all'utilizzo di spatole o raschietti, si procederà alla raschiatura. La superficie dovrà essere, infine, lavata (seguendo le indicazioni riportate negli specifici articoli) così da asportare qualsiasi traccia residua.

Asportazione opere musive

1. *Distacco di opere musive a "sezioni"*

La procedura di stacco del mosaico prevede la rimozione dello strato di tessere con uno o più strati di malta di sottofondo. Prima di procedere con l'intervento è opportuno realizzare: la documentazione fotografica generale e

dettagliata, la pulitura della superficie mosaicata (seguendo quanto riportato nelle specifiche procedure) così da asportare eventuali impurità presenti sulle tessere e nelle giunture e il rilievo "critico" grafico dell'intero mosaico utilizzando carta trasparente posta direttamente a contatto con la superficie. Il rilievo dovrà riportare: il tracciato compositivo, eventuali lacune, avvallamenti e quant'altro risulti significativo per documentare lo stato conservativo della superficie nonché i punti di taglio (identificati nel pieno rispetto della composizione figurale), nel caso in cui si operi una separazione con "chiassolatura" (divisione programmata). La separazione potrà avvenire anche a "puzzle", operando lo stacco tenendo conto delle discontinuità già presenti sulla superficie. Lo stacco con chiassolatura dovrà prevedere la divisione dell'area in parti uguali (dimensionalmente definite dal *Direttore dei lavori*) numerate e la rimozione di alcuni filari di tassellato lungo le linee di taglio; le parti rimosse dovranno essere incollate nella loro esatta posizione sul rilievo che riporta lo schema del reticolo in scala. Potrà essere utile realizzare anche uno schema dello stacco in scala ridotta sul quale riportare la quota del piano di calpestio e tutte le annotazioni necessarie al fine di garantire la buona riuscita dell'operazione.

Ogni area identificata dovrà essere analizzata accuratamente in modo da rilevare possibili discontinuità superficiali poiché la superficie per lo stacco dovrà presentarsi il più possibile solidale: per questo si dovrà provvedere a colmare le lacune, causate dalla mancanza di tessere, con una malta magra (removibile dopo aver effettuato l'operazione di stacco) e fermare le tessere allentate o decoese con fasce di garza di cotone applicate con resina acrilica in soluzione. Dovranno, inoltre, essere realizzati dei cordoli di malta lungo tutta la superficie e lungo i bordi delle eventuali lacune rilevate. L'intervento procederà con l'applicazione, sull'intera superficie, di due velature (realizzabili utilizzando tessuti come la teletta, tela di lino, tela di juta ecc.): la prima velatura si realizzerà con una tela a trama rada (ad esempio tela di garza) mentre per la seconda dovrà essere utilizzato un tessuto a trama più fitta e resistente (ad esempio tela di juta). Le tele dovranno essere bagnate e lavate prima dell'incollaggio; sulla superficie tassellata dovrà essere applicata della colla (resina acrilica in emulsione o adesivo vinilico, entrambi adatti anche in presenza di forte umidità o con basse temperature) mediante l'utilizzo di pennelli di setola così da stendere le velature (soprattutto la prima) in modo da farle ben aderire anche tra gli interstizi delle tessere (per questo la prima velatura dovrà comporsi di varie parti piccole e sovrapposte leggermente le une alle altre).

Nel caso in cui il mosaico debba essere rimontato mantenendo le variazioni altimetriche che

caratterizzano la superficie, dovranno essere predisposti dei calchi di gesso o in vetroresina realizzati sopra le velature. Il collante una volta asciugato, dovrà risultare poco flessibile in modo da produrre la contrazione necessaria per la separazione degli strati. Quando la colla risulterà ben asciutta (in questo caso il disegno risulterà visibile in trasparenza dal velatino) dovrà essere riportata sul velatino la griglia precedentemente definita differenziando, con colori diversi, le linee orizzontali da quelle verticali e numerando le singole parti. La contrazione provocata dalla colla implicherà la separazione degli strati del mosaico lungo i tagli prestabiliti: la velatura dovrà essere tagliata con l'ausilio di un bisturi lungo le linee di taglio; il distacco dal sottofondo delle tessere verrà effettuato inserendo (nell'interfaccia tra il nucleus e il rudus) e battendo con un martello, a piccoli colpi, una lancia in acciaio, sagomata a scalpello piatto, procedendo, progressivamente, dalle linee di taglio verso il centro dell'area. Sul pavimento staccato verrà applicato un pannello di multistrato allo scopo di poter ripiegare e inchiodare i bordi della tela di canapa così da renderli solidali alla superficie; sotto il tassellato (tra il nucleus e il rudus) dovranno essere fatti scivolare dei supporti lignei in modo da poter sorreggere il mosaico al momento del sollevamento.

2. Strappo di opere musive

La procedura operativa per lo strappo prevedrà la messa in opera di tutti i passaggi descritti nella procedura di distacco di opere musive a sezioni; l'unica diversificazione risiederà nell'inserimento dei ferri (detti spade o lance) che in questo caso dovranno essere posti tra le tessere e il primo strato di allettamento (sovrannucleus).

L'operazione di strappo dei mosaici dovrà, necessariamente, implicare l'asportazione del solo strato di tessere lasciando in opera tutti quelli sottostanti. In questo caso assumerà particolare importanza l'operazione di bendaggio che dovrà essere eseguita con attenzione e scrupolosità. Tale intervento risulterà indicato solo nei casi in cui gli strati sottostanti il tassellato risultino particolarmente decoesi e non offrano la possibilità di essere consolidati.

Asportazione dipinti murari

1. Strappo degli affreschi

La procedura di strappo degli affreschi prevede la rimozione della sola pellicola pittorica sacrificando, in questo modo, la caratterizzazione conferitagli dalle irregolarità presenti sulla superficie intonacata nonché le tracce relative alla tecnica di esecuzione. L'intervento prevedrà la pulitura accurata della superficie così da poter asportare tutte le sostanze estranee che potrebbero ostacolare la perfetta adesione dei bendaggi. L'operazione di pulitura dovrà essere realizzata ricorrendo alla tecnica e utilizzando i materiali prescelti dal Direttore dei lavori in riferimento alle caratteristiche dell'opera, alla sua estensione, al tipo di sporco da rimuovere e alle eventuali patinature legate ad interventi di restauro precedenti.

Risulterà opportuno, per questo, procedere con delle prove preliminari realizzate su campioni così da poter meglio calibrare l'operazione di pulitura.

L'ispezione della superficie pittorica dovrà comprendere anche la messa in sicurezza di eventuali lacune, per questo dovrà essere eseguita la stuccatura della mancanza, incollando perimetralmente strisce di tessuto di cotone, e il consolidamento delle

porzioni decoese. L'intervento di strappo procederà con l'applicazione sulla superficie pittorica di bendaggi (facing); le bende dovranno essere di cotone a trama larga, lavate, asciugate, sfilacciate ai bordi, stirate e arrotolate su un bastone o in alternativa tagliate in piccoli riquadri (di circa 40x40 cm). Si procederà applicando sul dipinto un primo strato di colla in quantità pari alla grandezza della garza, procedendo dal basso verso l'alto da sinistra a destra, utilizzando un adesivo non troppo fluido allo scopo di garantire una contrazione più forte al momento dello strappo.

La scelta della colla (appurato che si tratti di materiale reversibile e non dannoso per la superficie) dovrà essere fatta in relazione alla resistenza all'acqua del dipinto e al suo stato di conservazione nonché alle condizioni ambientali del situ; se non diversamente indicato dal Direttore dei lavori potrà essere utilizzata, per una pellicola pittorica sensibile all'acqua e friabile, una resina (vinilica o acrilica) sciolta in solvente; per una pellicola pittorica ed un intonaco resistenti all'acqua, una colla animale (acqua, aceto, fungicida, melassa in quantità minima, colla d'ossa, fiele di bue). Dopo aver steso il primo strato di garza (ben teso a mano sul dipinto) dovranno essere applicati altri strati (almeno due) incollati con una colla meno densa e sovrapposti di almeno 1 cm, ed infine, per ultimo, dovrà essere applicato uno strato di tela canapa evitando sovrapposizioni nelle giunture. Le tele dovranno uscire dai bordi del dipinto di almeno 5 cm su tre lati mentre di 30 cm sul lato superiore. La velatura potrà essere ancorata ad una traversa lignea infissa al muro della parte sommitale del dipinto, in modo da garantire una maggior sicurezza durante l'operazione di distacco una volta che la superficie sarà completamente distaccata. Lo strappo avrà inizio quando la colla risulterà asciutta ma non ancora secca (i tempi di asciugatura varieranno a seconda dell'umidità relativa e della temperatura dell'ambiente); a questo punto dovrà essere praticata un'incisione (mediante l'uso di bisturi) lungo il perimetro dell'area interessata dall'intervento in modo da poter tirare lo strato di tela partendo da uno degli angoli inferiori. La tela, man mano che si staccherà, dovrà essere arrotolata intorno a un cilindro di legno.

A distacco avvenuto la tela dovrà essere srotolata su di una superficie piana e analizzata sul retro così da poter procedere a stuccare le eventuali lacune rintracciate (la stuccatura potrà essere effettuata, se non diversamente specificato dal *Direttore dei lavori*, con impasto di calce e pietra macinata). Sulla superficie dovrà essere applicato un velatino (incollato o con caseato di calcio adatto per ambienti asciutti o con resina acrilica in emulsione caricata con carbonato di calcio) così da rendere reversibile il supporto che verrà applicato. "Fissata" la superficie distaccata al nuovo supporto si procederà al distacco del bendaggio utilizzando impacchi di carta giapponese imbibita dello stesso solvente utilizzato per sciogliere la colla stesa sui bendaggi. Le tele dovranno essere asportate quando risulteranno completamente distaccate dalla superficie non sollevandole ma facendole scivolare parallelamente al piano. La superficie liberata dai bendaggi dovrà essere nuovamente pulita con tamponature di cotone imbevuto nella soluzione di solvente già utilizzata.

2. Stacco degli affreschi

La procedura di stacco degli affreschi prevede l'asportazione dello strato pittorico insieme allo strato di finitura dell'intonaco lasciando in opera l'arriccio e il rinzafo; in questo

modo sarà possibile conservare le tracce della tecnica di esecuzione. L'intervento di stacco prevede sostanzialmente le stesse fasi procedurali esplicate per lo strappo differenziandosi in alcuni punti tra i quali: la tela di canapa dovrà essere applicata solo quando la colla dei bendaggi sottostanti risulterà ben asciutta. L'asportazione della superficie pittorica dal supporto dovrà essere compiuta, dal basso verso l'alto secondo fasce orizzontali, ricorrendo all'uso di sciabole in ferro fatte scivolare sul retro del dipinto lungo la linea tra arriccio e l'ultimo strato di intonaco, indirizzando la punta dello strumento sempre verso il muro in modo da non danneggiare il dipinto. Sulla superficie staccata e appesa alla traversa lignea dovrà essere applicato un supporto ligneo in modo da consentire l'asportazione del dipinto.

Discialbo manuale

Operazione di asportazione manuale di strati di pitture o tinte soprammesse alla superficie decorata o dipinta, eseguita previa indagine stratigrafica al fine di delimitare con esattezza la zona di intervento. Se non diversamente specificato, l'operazione di discialbo dovrà essere eseguita mediante mezzi meccanici (bisturi, piccole spatole, lame, raschietti, vibroincisori ecc.), impacchi chimici (pasta di cellulosa e carbonato di ammonio) o con idonei solventi (ad es. acetone, cloruro di metilene, miscela 3A, miscela 4A, essenza di trementina, alcool etilico ecc.) capaci di asportare gli strati di pitture o tinte soprammesse alla superficie decorata senza recare alcun danno. L'operazione in oggetto dovrà, necessariamente, essere limitata alle sole superfici previste dal progetto ovvero indicate dal Direttore dei lavori. Al termine della procedura di discialbo tutte le eventuali porzioni di dipinto murale rinvenuto, a prescindere dallo stato di conservazione, dovranno, obbligatoriamente, essere conservate.

Specifiche

La scelta delle varie tipologie di discialbo dovrà essere attentamente valutata sia per mezzo di provecampione, sia di indagini preliminari. Queste ultime si renderanno necessarie al fine di accertare: del dipinto celato dallo scialbo la tecnica di esecuzione (ad affresco, a mezzo fresco, a secco) e lo stato di conservazione ovvero la presenza di eventuali patologie di degrado (quali ad es. risalite capillari, efflorescenze saline, distacchi del dipinto dal supporto ecc.) mentre, dello strato da asportare, potranno essere appurate le caratteristiche tecnologiche (scialbatura a tempera o calce su affresco, scialbatura a tempera o calce su decorazioni a secco, pellicola polimerica su superficie decorata molto compatta e poco permeabile, pellicola polimerica su affresco, pellicola polimerica su dipinto a secco) e la relativa adesione al supporto dipinto.

Avvertenze

In linea generale dovrà sempre essere osservata la regola secondo la quale il prodotto (ovvero la tecnica) da impiegare dovrà essere il più solvente ma, allo stesso tempo, il più blando e il meno tossico. a) Scialbatura a tempera o a calce su superfici decorate ad affresco. La procedura prevedrà il discialbo mediante bisturi, lame e spatole di modeste dimensioni aiutandosi, eventualmente, con idonea lente di ingrandimento. L'operatore dovrà aver cura di rimuovere esclusivamente lo strato soprammesso senza asportare alcuna parte del dipinto sottostante. Nel caso in cui lo strato da rimuovere presentasse un legante debolmente organico e, allo stesso tempo, il supporto del dipinto si rilevasse

poco permeabile, potrà essere consentito inumidire la superficie mediante impacchi di polpa di cellulosa con fibre da 200-1000 mm (o con altro supportante ritenuto idoneo dal Direttore dei lavori) e carbonato di ammonio (in soluzione satura ovvero in idonea diluizione) o acqua distillata così da allentare l'adesione dello strato da rimuovere dal supporto pittorico.

Passato il tempo necessario si potrà rimuovere la scialbatura mediante bisturi o altro mezzo meccanico ritenuto idoneo dal *Direttore dei lavori* la procedura dovrà terminare con la pulitura, per mezzo di tampone inumidito con acqua deionizzata, delle superfici scoperte.

Scialbatura a tempera o a calce su superfici decorate o dipinte a secco

La procedura prevedrà il discialbo mediante bisturi, lame e spatole di modeste dimensioni aiutandosi eventualmente con idonea lente di ingrandimento. L'operatore data la "fragilità" degli strati su cui dovrà operare, dovrà aver particolare cura di rimuovere esclusivamente lo strato soprammesso senza asportare alcuna parte del dipinto sottostante.

Scialbatura polimerica su superfici decorate molto compatte

Nel caso di superfici decorate molto compatte e poco permeabili (come da es. stucchi, finti marmi ecc.) con scialbatura costituita da pellicole polimeriche sarà preferibile l'utilizzo di appropriato solvent-gel che, in fase di prove preliminari, avrà dato il risultato migliore. Previa adeguata pulitura a secco della superficie si procederà all'applicazione, mediante pennelli, del solvent-gel sulla superficie nella quantità necessaria valutata attraverso le prove preliminari (di norma sarà sufficiente 0,6 l/m²). Trascorso il tempo stabilito sarà possibile rimuovere il solvent-gel dalla superficie insieme alla pellicola polimerica per mezzo di spatole o modesti raschietti. Sarà cura dell'operatore porre particolare attenzione nel rimuovere il gel al fine di non asportare ovvero graffiare e danneggiare porzioni del supporto decorato. In presenza di superfici particolarmente degradate e/o modellate sarà necessario porre particolare attenzione nel compiere l'operazione di discialbo.

La procedura dovrà terminare con una doppia operazione di pulitura della superficie scoperta: la prima per mezzo di tampone inumidito con il solvente utilizzato per il discialbo (così da rimuovere ogni eventuale avanzo di lavorazione), la seconda con acqua distillata così da garantire la completa pulitura del supporto.

Nel caso risultasse necessario e sempre dietro specifica indicazione del *Direttore dei lavori* la suddetta operazione potrà essere ripetuta in modo da riuscire ad eliminare tutte le tracce di pellicola polimerica.

Specifiche sui materiali

L'utilizzo di solventi gelificanti nelle operazioni di pulitura di superfici policrome sarà da preferire, dal momento che consentirà di ottenere un'azione più controllata e selettiva sullo strato da rimuovere, oltre ad una minore volatilità dei solventi stessi e maggiore sicurezza per l'operatore.

Scialbatura polimerica su superfici decorate ad affresco

La procedura sarà simile a quella descritta all'articolo precedente salvo per la preparazione del supporto che potrà essere trattato con impacco di polpa di cellulosa (1000 mm) o di altro supportante ritenuto idoneo dal *Direttore dei lavori* e carbonato di ammonio in

soluzione satura (ovvero in idonea diluizione) al fine di inumidire lo strato di intonaco e limitare la penetrazione dei successivi solventi. La rimozione della pellicola polimerica avverrà per mezzo di solvent-gel individuati nelle preliminari campionature o per mezzo di solventi veicolati da addensanti quali metilcellulosa (per solventi polari) da utilizzarsi in concentrazione dal 2 al 4% p/v o etilcellulosa (per solventi apolari o a bassa polarità) da utilizzarsi in concentrazione dal 6 al 10% p/v. L'operazione potrà essere rifinita per mezzo di discialbo manuale meccanico mediante bisturi e piccole lame.

La procedura dovrà terminare con una doppia operazione di pulitura della superficie scoperta: la prima per mezzo di tampone inumidito con il solvente utilizzato per il discialbo (così da rimuovere ogni eventuale avanzo di lavorazione), la seconda con acqua distillata così da garantire la completa pulitura del supporto.

Specifiche sui materiali supportanti ed addensanti

Questi prodotti garantiscono la gelificazione del solvente in modo da mantenerlo localizzato sulla superficie del manufatto policromo. In questo modo rendono l'operazione di pulitura più selettiva e, allo stesso tempo, impediscono la penetrazione del solvente negli strati sottostanti, inoltre riducono il processo d'evaporazione diminuendo l'inalazione del solvente da parte dell'operatore. In linea generale gli addensanti dovranno essere lavorati ed applicati a pennello per tempi variabili secondo il caso e rimossi a secco o con un tampone leggermente imbevuto di solvente senza lasciare residui dannosi per l'opera. La densità finale del gel sarà controllata dall'operatore a seconda delle esigenze specifiche. I supportanti fondamentalmente si dividono in due categorie: addensanti cellulosici (metilcellulosa, etilcellulosa) e solvent-gel. La scelta di gelificare un solvente con un addensante cellulosico anziché per mezzo di solvent-gel potrà discendere da molteplici fattori come, ad esempio, l'eventuale presenza di materiali particolarmente sensibili all'acqua renderà gli addensanti cellulosici preferibili ai solvent-gel che, al contrario, risulteranno più idonei (grazie all'azione blandamente tensioattiva) per procedure di pulitura più generiche di superfici pittoriche e non.

Scialbatura polimerica su superfici decorate a secco

L'operazione di discialbo si rivelerà molto delicata vista la "fragilità" degli strati su cui dovrà operare e verrà indicata dalle prove preliminari di pulitura eseguite precedentemente l'intervento suddetto. Nel caso in cui la "scialbatura polimerica" si dovesse presentare con un basso contenuto di polimero, si seguirà la stessa procedura indicata per gli affreschi, avendo cura di scegliere un solvente che non danneggi i pigmenti utilizzati per la decorazione a secco.

Art. 85 Scavi - Rilevati - Rinterri

Tutti gli scavi e rilevati occorrenti, provvisori o definitivi, incluse la formazione di accessi, rampe e passaggi saranno in accordo con i disegni di progetto e le eventuali prescrizioni del *Direttore dei lavori*.

Nell'esecuzione degli scavi si dovrà procedere alla rimozione di qualunque cosa possa creare impedimento o pericolo per le opere da eseguire, le sezioni degli scavi dovranno essere tali da impedire frane o smottamenti e si dovranno approntare le opere necessarie per evitare allagamenti e danneggiamenti dei lavori eseguiti.

Il materiale di risulta proveniente dagli scavi sarà avviato a discarica; qualora si rendesse necessario il successivo utilizzo, di tutto o parte dello stesso, si provvederà ad un idoneo deposito nell'area del cantiere.

Qualora fossero richieste delle prove per la determinazione della natura delle terre e delle loro caratteristiche, l'*Appaltatore* dovrà provvedere, a suo carico, all'esecuzione di tali prove sul luogo o presso i laboratori ufficiali indicati dal *Direttore dei lavori*.

Tutti gli scavi andranno idoneamente protetti con barriera provvisoria a contorno e difesa di scavi ed opere in acqua, sia per fondazioni che per opere d'arte, per muri di difesa o di sponda da realizzare mediante infissione nel terreno di pali di abete o pino, doppia parete di tavoloni di abete, traverse di rinforzo a contrasto tra le due pareti, tutti i materiali occorrenti, le legature, le chiodature e gli eventuali tiranti.

Scavi di accertamento e ricognizione

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

Scavi archeologici

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

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

variabili a seconda dei casi. Nel caso in cui il sito lo permetta e se non diversamente specificato dal *Direttore dei lavori* o dal funzionario addetto alla tutela del bene, sarà preferibile eseguire uno scavo estensivo a scacchiera dei quadrati, piuttosto che piccoli interventi parziali, con i quali si potrà rischiare di perdere parte delle informazioni.

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

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

Le eventuali pareti in argilla non andranno levigate per poterne leggere la struttura, ma lavorate con la punta della trowel.

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

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

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

- contemporaneamente, sarà necessario annotare sul giornale di scavo le osservazioni generali, l'insieme delle operazioni seguite, eventuali ipotesi da verificare ecc.;
- accurata documentazione grafica (aggiornamenti giornalieri dello scavo) e fotografica del lavoro compiuto ovvero la documentazione di ogni singolo piano e di tutte le strutture murarie emergenti, così da garantire alla comunità la conoscenza e la verifica dei risultati.

Specifiche

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

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

differenza di materiali lapidei;

- perdita di allineamento o giacitura delle strutture murarie;
- differenze di comportamento dei muri, sollecitazioni esterne;
- presenza di acque.

Armature degli scavi (sbatacchiature)

Il principio delle sbatacchiature consiste nel controbilanciare le spinte del terreno attraverso elementi di vario materiale (di norma legno o metallo) che, sollecitati a compressione, cercano di riportare la spinta a valori accettabili. Gli elementi che formeranno il presidio, se messi in opera in posizione orizzontale o inclinata, non lavoreranno esclusivamente a compressione semplice ma anche a flessione e pressoflessione, indotta anche dal peso proprio.

La sbatacchiatura dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- essere resistente al fine di assicurare l'incolumità dei lavoratori nelle strutture;
- essere economica, evitando sprechi di materiale;
- essere il più possibile maneggevole nell'utilizzo delle singole parti messe in opera;
- non restringere lo spazio utile permettendo l'esecuzione dei lavori;
- non essere causa di degrado ovvero dissesto delle superfici protette (soprattutto quando si tratta di fronti di scavo archeologico);
- permettere il progressivo sfoderamento delle superfici protette, evitando l'eventuale ricaduta di terreno nello scavo;
- i cunei ed i puntelli dovranno essere fermati con idonee legature, all'occorrenza, revisionabili;
- le eventuali armature lasciate in opera per molto tempo dovranno essere vigilate e verificate.

Le tipologie di armature saranno scelte in funzione della consistenza del terreno, della profondità da raggiungere, dei carichi gravanti e della metodologia di scavo. In ogni caso

tutti gli elementi che comporranno il presidio (tavole, traversi, puntelli ecc.) dovranno essere di materiale robusto opportunamente dimensionato e selezionato, inoltre l'armatura dovrà sporgere dai bordi dello scavo per almeno 30 cm. Nel caso di scavi di trincee si potranno distinguere quattro sistemi:

- a) panconi verticali;
- b) panconi orizzontali;
- c) marciavanti;
- d) paratie a palandole.

Le sbatacchiature verticali eseguite con tavole lignee (spessore minimo 30-40 mm meglio 40-60 mm per 200-300 cm di lunghezza) o metalliche saranno, di norma, limitate a scavi di profondità pari alla lunghezza delle tavole (generalmente non superiori ai 4 m); le tavole saranno forzate contro le pareti con l'ausilio di puntelli d'acciaio regolabili o fissi (luce massima tra puntello e piano di fondazione 100 cm) e si dovrà avere cura di colmare i vuoti tra la sbatacchiatura e la parte di scavo con idoneo materiale. La protezione con sbatacchiature verticali sarà, di norma, impiegata negli scavi a sezione stretta e profonda; qualora il terreno non dovesse presentare una buona consistenza, i panconi andranno posizionati aderenti gli uni agli altri. Il sistema a tavole verticali presenta lo svantaggio di dover, eventualmente, tagliare le tavole a misura e quindi presenta più spreco di materiale però, al contempo, permette di riutilizzare gli elementi con maggior facilità.

Le sbatacchiature orizzontali saranno costituite semplicemente da tavole fermate da un puntello ligneo (con λ tra i 10 e i 15 cm) o metallico (tubo innocente o similare), posto a forza e serrato con cuneo. Se non diversamente specificato la distanza tra i puntelli sarà di 100-200 cm. L'utilizzo di armatura con tavole orizzontali sarà possibile in presenza di terreni che garantiranno una buona consistenza in modo da poter eseguire la procedura di scavo per cantieri di circa 60-80 cm di profondità. Questo sistema si rileverà più economico agli effetti dell'utilizzo di legname ma presenterà più difficoltà nel suo recupero.

La sbatacchiatura a marciavanti sarà possibile per terreni poco consistenti o spingenti od in caso di scavi profondi; i "marciavanti" dovranno essere tavole di notevole spessore con estremità appuntita o altrimenti dotata di punta ferrata; in caso di terreno completamente sciolto sarà consigliabile armare anche il fronte di scavo, così da eludere rifluimenti di materiale. In alternativa a questi sistemi, o più semplicemente in presenza di terreno acquifero, dove i sistemi sopra indicati si dimostreranno insufficienti, ovvero dove occorrerà realizzare una struttura a tenuta all'acqua ed anche a sostegno di scavi, si potrà ricorrere all'uso di paratie metalliche o prefabbricate in calcestruzzo.

Le paratie a palancole metalliche infisse, di sezione varia, dovranno rispondere ai seguenti requisiti fondamentali: adeguata resistenza agli sforzi di flessione, facilità di infissione, impermeabilità delle giunzioni, facilità di estrazione e rimpiego (ove previsto), elevata protezione contro le corrosioni. L'infissione delle palancole sarà effettuata con i sistemi normalmente in uso; il maglio dovrà essere di peso complessivo non minore del peso delle palancole comprensivo della relativa cuffia. Durante l'infissione dovranno essere adottate speciali cautele affinché gli incastri liberi non si deformino e rimangano puliti

da materiali, così da garantire la guida alla successiva palancola, a tale scopo occorrerà riempire, prima dell'infissione, gli incastri di grasso. Durante l'infissione si dovrà procedere in modo che le palancole rimangano perfettamente verticali non dovranno essere ammessi deviazioni, disallineamenti o fuoriuscita dalle guide. Per ottenere un più facile affondamento, specialmente in terreni ghiaiosi e sabbiosi, l'infissione, oltre che con la battitura, potrà essere realizzata con il sussidio dell'acqua in pressione fatta arrivare, mediante un tubo metallico, sotto la punta della palancola. Nel caso in cui durante l'infissione si dovessero verificare fuoriuscite dalle guide, disallineamenti o deviazioni che, a giudizio del *Direttore dei lavori* non fossero tollerabili, la palancola dovrà essere rimossa e reinfissa, ovvero sostituita, se danneggiata.

Le paratie a palancole prefabbricate utilizzate, se non diversamente specificato, saranno in calcestruzzo armato centrifugato a sezione cava. Il conglomerato cementizio impiegato dovrà avere una resistenza caratteristica a 28 giorni non inferiore a 40 N/mm² e dovrà, altresì, essere esente da porosità o altri difetti; inoltre il cemento impiegato sarà ferrico pozzolanico, pozzolanico o d'altoforno. Per infissione con battitura in terreni tenaci, se richiesto negli elaborati di progetto ovvero prescritto dal *Direttore dei lavori*, la palancola potrà essere munita di puntazza metallica. Particolare cura dovrà essere posta nell'esecuzione dei giunti, da sigillare con getto di malta cementizia.

Quale che sia il sistema di sbatacchiatura messo in opera questo dovrà, obbligatoriamente, essere rimosso progressivamente e per modeste altezze in funzione dell'avanzare delle opere definitive.

Per ulteriori dettagli su puntelli ed armature provvisionali si rimanda a quanto enunciato all'articolo inerente le opere di presidio.

Rilevati e rinterri

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

Quando verranno a mancare in tutto o in parte i materiali sopra descritti, si dovrà provvedere a prelevarli ovunque si crederà opportuno, purché siano riconosciuti idonei da controlli eseguiti dal *Direttore dei lavori*.

Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte o ghiaiose, vagliate con setacci medio-piccoli (prive di residui vegetali e sostanze organiche); resterà vietato in modo assoluto l'impiego di materie argillose e, in generale, di tutte quelle che, con l'assorbimento d'acqua, si rammolliscono o si gonfiano generando spinte. I materiali (nello spessore di circa 30 cm) dovranno presentare, a compattazione avvenuta, una densità pari al 90% della densità massima di compattazione individuata dalle prove eseguite in laboratorio. Nella formazione di suddetti riempimenti dovrà essere usata ogni attenzione affinché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali d'uguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie ben sminuzzate con la maggior regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature

su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito. Ogni strato dovrà essere messo in opera solo dopo l'approvazione dello stato di compattazione dello strato precedente; lo spessore di ogni singolo strato dovrà essere stabilito in base a precise indicazioni progettuali o fornite dal Direttore dei lavori (in ogni caso non superiore ai 30 cm). Nel caso di compattazioni eseguite su aree o porzioni di terreno confinanti con murature, apparecchi murari o manufatti in genere, si dovranno utilizzare, entro una distanza pari a 2 m da questi elementi, idonee piastre vibranti o rulli azionati a mano (in questo caso si dovrà prevedere una sovrapposizione delle fasce di compattazione di almeno il 10% della larghezza del rullo stesso al fine di garantire una perfetta uniformità) con le accortezze necessarie a non degradare i manufatti già in opera. Si potrà, dietro richiesta specifica del Direttore dei lavori, mescolare al materiale da compattare del cemento (in ragione di 25-50 kg per metro cubo di materiale) al fine di ottenere degli adeguati livelli di stabilizzazione delle aree a ridosso dei manufatti.

Le materie trasportate in rilevato o rinterro con vagoni, automezzi o carretti non potranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza del manufatto in area idonea prescelta dal *Direttore dei lavori*, per essere riprese e trasportate con carriole, barelle od altro mezzo, purché a mano, al momento della formazione dei suddetti rinterri. Sarà, inoltre, vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.

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

Diserbi-taglio piante

Il trattamento di pulizia dei terreni vegetali con presenza di piante infestanti dovrà essere eseguito con un taglio raso terra della vegetazione di qualsiasi essenza e più precisamente erbacea, arbustiva e legnosa da eseguire nelle parti pianeggianti, entro l'alveo, sugli argini, sulle scarpate, nelle golene e nel fondo dei fossi includendo anche la dicioccatura, l'estrazione dall'alveo di tutti i prodotti derivati dal taglio (sterpaglie, rovi, etc.) e trasporto a discarica oppure, se consentito, eliminazione per combustione fino alla completa pulizia delle aree interessate.

Art. 86 Ponteggi - Strutture di rinforzo

Tutti i ponteggi e le strutture provvisorie di lavoro dovranno essere realizzati in completa conformità con la normativa vigente per tali opere e nel rispetto delle norme antinfortunistiche.

1) Ponteggi metallici - dovranno rispondere alle seguenti specifiche:

tutte le strutture di questo tipo con altezze superiori ai mt. 20 dovranno essere realizzate sulla base di un progetto redatto da un ingegnere o architetto abilitato;

il montaggio di tali elementi sarà effettuato da personale specializzato;

gli elementi metallici (aste, tubi, giunti, appoggi) dovranno essere contrassegnati con il

marchio del costruttore; sia la struttura nella sua interezza che le singole parti dovranno avere adeguata certificazione ministeriale; tutte le aste di sostegno dovranno essere in profilati senza saldatura; la base di ciascun montante dovrà essere costituita da una piastra di area 18 volte superiore all'area del poligono circoscritto alla sezione di base del montante;

il ponteggio dovrà essere munito di controventature longitudinali e trasversali in grado di resistere a sollecitazioni sia a compressione che a trazione; dovranno essere verificati tutti i giunti tra i vari elementi, il fissaggio delle tavole dell'impalcato, le protezioni per il battitacco, i corrimano e le eventuali mantovane o reti antidetriti.

2) Ponteggi a sbalzo - saranno realizzati, solo in casi particolari, nei modi seguenti:

le traverse di sostegno dovranno avere una lunghezza tale da poterle collegare tra loro, all'interno delle superfici di aggetto, con idonei correnti ancorati dietro la muratura dell'eventuale prospetto servito dal ponteggio; il tavolato dovrà essere aderente e senza spazi o distacchi delle singole parti e non dovrà, inoltre, sporgere per più di 1,20 mt..

3) Puntellature - dovranno essere realizzate con puntelli in acciaio, legno o tubolari metallici di varia grandezza solidamente ancorati nei punti di appoggio, di spinta e con controventature che rendano solidali i singoli elementi; avranno un punto di applicazione prossimo alla zona di lesione ed una base di appoggio ancorata su un supporto stabile.

4) Travi di rinforzo - potranno avere funzioni di rinforzo temporaneo o definitivo e saranno costituite da elementi in legno, acciaio o lamiere con sezioni profilate, sagomate o piene e verranno poste in opera con adeguati ammorsamenti nella muratura, su apposite spallette rinforzate o con ancoraggi adeguati alle varie condizioni di applicazione.

Art. 87 Interventi di bonifica da vegetazione infestante, macro e microflora

Rimozione macroflora

Appartengono alla macroflora tutti quegli organismi microscopicamente visibili (muschi, licheni, vegetazione superiore ovvero vegetazione erbacea, arbustiva ed arborea ecc.) il cui sviluppo, sulle superfici lapidee, è favorito dalla presenza di dissesti dell'apparecchio come lesioni, cavità, interstizi ecc., all'interno dei quali si può accumulare dell'humus (formato da depositi composti da particolato atmosferico e da organismi morti), sul quale i depositi di spore trasportate dal vento agevolano la riproduzione di muschi e licheni; i licheni creano fenomeni di copertura, fratturazione, decoesione e corrosione; i muschi coprono la superficie e, penetrati in profondità, svolgono un'azione meccanica di disgregazione. La comparsa di muschi e licheni implica la presenza di un elevato tasso d'umidità e ne incrementa ulteriormente la persistenza agevolando l'accumulo e il ristagno delle acque. Per quanto concerne la vegetazione superiore l'azione distruttiva operata dalle radici radicatesi all'interno delle discontinuità può comportare dei danni meccanici che portano, in molti casi, alla caduta del materiale.

Prima di procedere con le operazioni diserbanti, in special modo quelle indirizzate alle piante infestanti, è opportuno identificare il tipo di vegetazione (erbacea o arbustiva) e la specie di pianta, così da poter capire quanto profonde e resistenti potranno essere le loro radici e prevedere i danni che le operazioni meccaniche di asportazione delle radici e dei semi penetrati in profondità potrebbero recare alla struttura muraria, nonché definire la

reale possibilità d'intervento sulle diverse specie presenti e soprattutto accertare se esistono le circostanze per cui poter operare su tutta la superficie invasa.

Nel caso si decida di ricorrere all'utilizzo di biocidi, la scelta dovrà essere fatta in riferimento al compito specifico che dovranno assolvere; in base a questo si distingueranno in:

- prodotti indicati per estirpare piante a foglia larga e prodotti per piante a foglia stretta;
- prodotti da assorbimento fogliare e prodotti da assorbimento radicale;
- prodotti circoscritti contro la vegetazione erbacea e prodotti arbusticidi;
- prodotti come erbicidi "di contatto" (agiscono sugli apparati vegetativi delle specie già sviluppate) ed erbicidi "residuali" (penetrano anche nel terreno garantendo un'azione prolungata nel tempo).

I biocidi impegnati dovranno, inoltre, indipendentemente dal tipo selezionato, presentare le seguenti caratteristiche:

- essere incolori o trasparenti con principi attivi poco solubili in acqua;
- presentare un basso grado di tossicità;
- essere degradabili nel tempo;
- non provocare azione fisica o chimica nei riguardi delle strutture murarie;
- non persistere dopo l'applicazione sulla superficie trattata lasciando residui di inerti stabili (per questo si dovranno evitare sostanze oleose o colorate).

Indipendentemente dal tipo di prodotto chimico selezionato l'applicazione potrà avvenire per:

- irrorazione sulla vegetazione, previa diluizione (normalmente 0,1-1%) del biocida in acqua. Si può applicare sia su piante erbacee sia su arboree; l'irrorazione avverrà utilizzando annaffiatori dotati di pompe manuali (da evitare pompe a pressione) o più specifici nebulizzatori;
- iniezioni di soluzioni acquose di biocidi (diluizione 1:10) direttamente nei canali conduttori della pianta; tecnica che si attua previo taglio della pianta all'altezza del colletto radicale, particolarmente adatta per piante lignificate di una certa consistenza. L'iniezione eviterà la dispersione della soluzione al di fuori dell'area del trattamento evitando in questo modo possibili fenomeni d'interferenza con il materiale lapideo; – impacchi applicati al colletto della radice appena tagliato, particolarmente indicati contro le piante lignificate e realizzati con argille impregnate di biocida.

L'uso dei biocidi dovrà essere fatto con la massima attenzione e cautela da parte dell'operatore che durante l'applicazione dovrà ricorrere ai dispositivi di protezione personale, come guanti ed occhiali, e osservare le norme generali di prevenzione degli infortuni relative all'utilizzo di prodotti chimici velenosi.

Specifiche sui materiali

Erbicidi

Il controllo dello sviluppo della vegetazione infestante superiore potrà essere assicurato solo utilizzando prodotti che intervengano sulla fotosintesi; tali composti potranno, talvolta, essere indicati anche per la soppressione di certi tipi di alghe. Per la rimozione di vegetazione inferiore e superiore su apparecchi murari, se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto, dovranno essere preferiti erbicidi non selettivi (ovvero che

impediscono qualsiasi sviluppo vegetale) a base nitro-organica.

Solfato di ammonio da impiegare per il trattamento puntuale delle radici degli alberi così da trattenerne lo sviluppo.

Fluometuron da impiegare contro muschi e licheni in soluzioni acquose al 2%.

Simazina prodotto antigermitivo di preemergenza da utilizzare per impedire la crescita di vegetazione superiore, licheni e muschi, presenta una azione preventiva che copre circa 1-2 anni. Da utilizzare preferibilmente in area archeologica.

Picloram erbicida non selettivo da impiegare per il controllo della vegetazione, dovrà, pertanto, essere impiegato con estrema cautela e solo dietro specifiche indicazioni della DL e degli organi di tutela del bene oggetto di trattamento.

Gliofosato diserbante sistematico da utilizzare per sopprimere licheni e piante superiori in soluzioni acquose al 2%. È l'unica molecola in grado di devitalizzare alla radice infestanti come gramigna e rovo. Dovrà essere applicato nel momento di massimo rigoglio vegetativo. Non presenterà, una volta terminato il trattamento, composti residui.

a) *Diserbo da piante superiori*

Lo scopo della pulitura sarà di asportare, dai materiali lapidei, vegetazione erbacea, arbustiva ed arborea.

L'asportazione dovrà essere preferibilmente eseguita nel periodo invernale e potrà essere fatta sia meccanicamente, mediante il taglio a raso con l'ausilio di mezzi a bassa emissione di vibrazioni (seghe elettriche, seghe manuali, forbici, asce, accette ecc.), sia ricorrendo all'uso di disinfestanti liquidi selezionati seguendo le indicazioni riportate nell'articolo sulle generalità. Le due operazioni potranno coesistere nei casi in cui l'asportazione meccanica non risulterà risolutiva. Si potrà ricorrere all'uso dei biocidi quando l'asportazione diretta delle piante (vive e con radice profonde) risulterà eccessivamente lesiva per il substrato e in situazioni d'abbandono prolungato dove le piante crescono, solitamente, rigogliose.

L'uso dei biocidi non dovrà essere fatto nei periodi di pioggia, di forte vento o eccessivo surriscaldamento delle superfici allo scopo di evitare la dispersione o l'asportazione stessa del prodotto. Tra i biocidi indicati per estirpare organismi macrovegetali ci sono anche i composti neutri della triazina, a bassa solubilità in acqua, e i derivati dell'urea che, presentando una scarsissima mobilità nel terreno, consentono di ridurre i pericoli d'inquinamento delle aree limitrofe circoscrivendo l'intervento alle sole zone interessate:

la clorotriazina (per assorbimento radicale) risulterà efficace per applicazioni al suolo, su piante a foglia larga e a foglia stretta;

la metossitriazina potrà essere utilizzata anche sulle murature.

La verifica dell'efficacia dei biocidi, indispensabile per procedere all'estirpazione della radice, avverrà dopo 30-60 giorni dalla loro applicazione. L'applicazione del prodotto sulla vegetazione potrà essere realizzata seguendo le metodologie (irrorazione, iniezione ed impacco) che il *Direttore dei lavori* riterrà più consone al caso specifico. L'operazione terminerà con un accurato lavaggio delle superfici con acqua pulita a pressione moderata, così da garantire l'eliminazione di ogni traccia residua di biocida.

b) *Disinfestazione da muschi e licheni*

Muschi e licheni crescono su substrati argillosi depositatisi sulle pietre e su queste si

manifestano tramite delle escrescenze più o meno aderenti e spesse; la loro asportazione potrà essere meccanica, anche se difficilmente risulterà completamente risolutiva, mediante l'ausilio di spazzole rigide, bisturi, spatole ecc. facendo attenzione a non intaccare la superficie, e/o con biocidi. Se i licheni risulteranno molto spessi e tenaci la rimozione meccanica sarà preceduta dall'applicazione sulla superficie di una soluzione di ammoniaca diluita in acqua al 5% al fine di ammorbidire la patologia e facilitarne l'asportazione. L'uso dei biocidi potrà essere in alternativa o in correlazione alla rimozione meccanica, utilizzandoli sia nello specifico della patologia da rimuovere sia a vasto raggio d'azione; l'applicazione potrà essere fatta a spruzzo, a pennello o ad impacco in relazione alle caratteristiche del prodotto prescelto. Un'efficace risoluzione per l'asportazione di muschi e licheni prevederà l'utilizzo di biocidi ad azione immediata quali: acqua ossigenata 120 volumi (l'operazione dovrà essere ripetuta a distanza di 24 ore fino alla totale "bruciatura" degli organismi vegetali), formaldeide in soluzione acquosa 0,1-1% ed ossido di etilene (ETO) al 10% in miscela gassosa di aria ed anidride carbonica; trascorso un tempo variabile tra i 5-15 giorni dall'ultimo trattamento biocida si procederà all'asportazione delle patine biologiche e depositi humiferi (i quali si manifesteranno fragili, ingialliti, secchi e/o polverulenti) mediante spazzolatura con spazzole di saggina. Inoltre, nello specifico, possiamo ricorrere a biocidi come i lichenicidi, che comprendono i sali di ammonio quaternario e gli enzimi proteolitici; questi biocidi sono solubili in acqua e si applicano in soluzioni acquose debolmente concentrate (1-3%). Dopo l'applicazione del biocida, si dovrà eseguire un ripetuto lavaggio della superficie con acqua pulita e, con l'eventuale utilizzo d'idropulitrice (regolando la pressione in relazione alla consistenza del supporto) così da garantire la rimozione completa del prodotto. L'uso del biocida dovrà implicare tutte le precauzioni illustrate sia nell'articolo sulle generalità sia in quello inerente il diserbo da piante superiori.

Rimozione microflora

La microflora è costituita da batteri, funghi, alghe e cianobatteri; il loro sviluppo è favorito da condizioni al contorno caratterizzate da elevata umidità relativa e/o dalla presenza di acqua ristagnante all'interno del materiale lapideo condizioni aggravate, in molti casi, anche da una limitata circolazione d'aria. Questi microrganismi possono indurre sulla superficie un degrado di natura meccanica e/o chimica; i funghi possono infatti rivelarsi nocivi penetrando, con le appendici filiformi, all'interno delle fessure presenti nel manufatto, sollecitando meccanicamente la struttura, incrementando la decoesione del materiale; le alghe, invece, provocano sulla superficie un'azione meccanica corrosiva agevolando l'impianto di ulteriori micro e macroorganismi. La loro presenza sulle superfici lapidee si manifesta tramite macchie, efflorescenze di sali solubili e patine di ossalati, patologie che, inevitabilmente, ne alterano l'aspetto estetico. È opportuno ricordare che, l'asportazione della microflora non potrà essere considerata definitiva se, preventivamente, non sono state eliminate le cause al contorno che ne favoriscono la crescita.

Le sostanze biocide utilizzate per la rimozione della microflora dovranno rispondere a delle specifiche esigenze tra le quali:

non dovranno risultare tossiche per l'uomo e per gli animali;
 dovranno essere biodegradabili nel tempo;
 non dovranno provocare azione fisica o chimica nei riguardi delle strutture murarie;
 dopo l'applicazione non dovranno persistere sulla superficie trattata con residui di inerti stabili e per questo si dovranno evitare sostanze oleose o colorate.

L'uso dei biocidi dovrà essere fatto con la massima attenzione e cautela da parte dell'operatore che, durante l'applicazione, dovrà ricorrere ai dispositivi di protezione personale come guanti e occhiali e osservare le norme generali di prevenzione degli infortuni relative all'utilizzo di prodotti chimici velenosi:

Alghicidi, battericidi, fungicidi Perossido di idrogeno (acqua ossigenata), utilizzato a 120 volumi risulta adatto per sopprimere alghe e licheni su apparecchi murari. Presenta forti capacità ossidanti; può essere causa di sbiancamenti del substrato, ed agisce esclusivamente per contatto diretto. La sua azione non dura nel tempo.

Ipoclorito di sodio (varechina), utilizzato in soluzione acquosa al 2%-7% per asportare alghe e licheni. La varechina può essere causa di sbiancamenti del materiale lapideo; inoltre, se non è interamente estratta dal materiale lapideo ne può determinare l'ingiallimento.

Formalina, soluzione acquosa di aldeide formica, disinfettante utilizzato in soluzione acquosa al 5% per irrorare superfici attaccate da alghe verdi, licheni e batteri.

Orto-fenil-fenolo (OPP) ed i suoi sali sodici (OPPNa) sono attivi su un largo spettro di alghe, funghi e batteri, la cui tossicità può ritenersi tollerabile. L'orto-fenil-fenolo risulta preferibile poiché presenta una minore interazione con il supporto.

Di-clorofene, prodotto ad amplissimo spettro, con tossicità molto bassa, non presenta interazioni con il supporto anche se organico.

Penta-clorofenolo (PCP) ed i suoi sali sodici (PCPNa) utilizzati in soluzioni acquose all'1% presentano un largo spettro. La loro tossicità è al limite della tolleranza; la loro interazione con il supporto può determinare l'annerimento del legno ed il mutamento cromatico dei pigmenti basici.

Benzetonio cloruro, derivato dell'ammonio quaternario, da utilizzare in soluzione dall'0,5-4% (ossia 5-40 ml per litro) in acqua demineralizzata per la disinfestazione di alghe, muschi e licheni, anche se per questi ultimi la sua efficacia risulta, talvolta, discutibile. La miscelabilità in acqua del prodotto permette un elevato potere di penetrazione e di assimilazione dei principi attivi da parte dei microrganismi eliminandoli e neutralizzando le spore. Il benzetonio cloruro è di fatto un disinfettante germicida con spettro d'azione che coinvolge batteri, lieviti, microflora ed alghe. Può essere aggiunto a tensioattivi non ionici per avere anche un effetto detergente. La sua azione risulta energica ma non protratta nel tempo, in quanto non è in grado di sopprimere le spore; l'eventuale presenza di nitrati ne ridurrà considerevolmente l'efficienza. Potrà essere utilizzato sia su pietra che su superfici lignee, i materiali trattati devono essere lasciati asciugare naturalmente.

a) *Rimozione della patina biologica*

La rimozione della patina biologica potrà essere fatta tramite pulitura manuale (bisturi, spazzole ecc.), meccanica (microsabbatura) o mediante l'uso di biocidi. L'efficacia dei sistemi d'asportazione manuale potrà risultare limitata poiché non risulteranno sempre in grado di rimuovere completamente la patologia così come la sabbatura potrà risultare

lesiva per il substrato del materiale. Le sostanze biocide utilizzate dovranno essere applicate seguendo le indicazioni dettate nello specifico dal prodotto utilizzato e si dovranno relazionare alla natura del materiale lapideo allo scopo di evitare il danneggiamento del substrato e l'alterazione dello stato conservativo, in molti casi, precario. Le sostanze biocide, in relazione al tipo d'organismi che saranno in grado di rimuovere, si distingueranno in battericidi e fungicidi; la loro applicazione potrà essere fatta a pennello, a spruzzo o tramite impacchi. In presenza di materiali molto porosi sarà preferibile applicare il biocida mediante impacchi o a pennello che favoriscono la maggior penetrazione del prodotto e ne prolungano l'azione (per il timolo e la formaledeide si può ricorrere anche alla vaporizzazione, poiché si tratta di sostanze attive sotto forma di vapore); o a trattamento a spruzzo (applicato con le dovute precauzioni e protezioni da parte dell'operatore) che sarà particolarmente indicato in presenza di materiali fragili e decoesi. Gli interventi saranno ripetuti per un numero di volte sufficiente a debellare la crescita della patologia. Dopo l'applicazione della sostanza biocida si procederà all'asportazione manuale della patina; l'operazione verrà ultimata da una serie di lavaggi ripetuti con acqua deionizzata, in modo da eliminare ogni possibile residuo di sostanza sul materiale. In presenza di patine spesse ed aderenti, prima dell'applicazione del biocida, si eseguirà una parziale rimozione meccanica (mediante l'uso di pennelli dotati di setole rigide) della biomassa.

Art. 88 Preconsolidamenti -Materiali lapidei

Con il termine “materiale lapideo” dovranno sempre essere intesi (in accordo alle raccomandazioni NorMaL) oltre che i marmi e le pietre propriamente detti, anche gli stucchi, le malte, gli intonaci (affrescati, dipinti a secco, graffiti) ed i prodotti ceramici come laterizi e cotti.

1. Generalità

Le operazioni di preconsolidamento richiederanno maestria di messa in opera e, talvolta, potranno essere ripetute con tempi piuttosto lunghi così da permettere ai collanti utilizzati di fare presa (prima di iniziare i cicli di pulitura) pena la perdita di frammenti e scaglie originali. Questa procedura avrà una funzione esclusivamente preventiva e conservativa; a questo proposito, saranno da preferire adesivi deboli e chimicamente reversibili, ovvero quei prodotti che potranno essere sciolti nuovamente ed asportati facilmente o paste molto magre (rapporto legante inerte molto basso).

Dovrà essere vietato effettuare qualsiasi procedura di preconsolidamento e/o utilizzo di prodotti, anche se prescritti negli elaborati di progetto, senza la preventiva esecuzione di campionature pre-intervento eseguite sotto il controllo del *Direttore dei lavori*. Ogni campione dovrà necessariamente essere catalogato ed etichettato; sulle etichette dovranno essere riportati la data di esecuzione, il tipo di prodotto e/o le percentuali dell'impasto utilizzato, gli eventuali solventi e di conseguenza il tipo di diluizione (se si tratterà di emulsioni o versosia miscele di due liquidi rapporto volume/volume) o di concentrazione (se si tratta di soluzioni cioè scioglimento di un solido in un liquido rapporto peso/volume) utilizzati, le modalità ed i tempi di applicazione.

2. Ponti di malta magra e/o resina

Questo tipo di operazione, che sovente precederà la procedura di stuccatura o sigillatura dei conci di pietra, avrà il compito di “mettere in sicurezza” e rendere solidali tra loro tutte quelle scaglie, frammenti o fratture dei conci lapidei che altrimenti potrebbero distaccarsi o andare perduti durante le operazioni di pulitura. Al fine di sorreggere scaglie lapidee leggere, non più ampie di una mano, si potrà impiegare come collante una malta magra (l’impasto dovrà contenere poca calce, così da essere più facilmente rimosso dopo la pulitura) con rapporto calce inerte 1:4 o 1:5 con granulometria molto fine (carbonato di calcio o polvere di pomice) in piccole porzioni. Queste deboli stuccature potranno essere stese con spatole a doppia foglia piatta o con cazzuolini e dovranno essere posizionate, se non diversamente specificato, come ponti di collegamento tra i frammenti in fase di distacco e la massa principale; potrà, inoltre, risultare vantaggioso scegliere una malta che presenti, dopo la presa, un colore in forte contrasto con l’apparecchio limitrofo così da essere ben identificabile come stuccatura provvisoria.

In alternativa si potrà utilizzare il medesimo impasto (sia a base di malta sia a base di resine sintetiche) pensato per le stuccature definitive (per maggiori dettagli si rimanda agli articoli specifici riguardanti le stuccature e i consolidamenti) ma, in questo caso, l’impasto dovrà essere steso in modo molto puntuale al fine di mettere in opera solo i “ponti di collegamento” che verranno in seguito completati da operazioni successive alla pulitura.

3. Velinatura con garza di cotone o carta giapponese

Questo tipo di intervento, potrà essere utilizzato in presenza di pellicole pittoriche in fase di distacco o elementi lapidei particolarmente esfoliati, erosi o disgregati al fine di preservarli da, se pur lievi, abrasioni causate dall’eventuale passaggio di un pennello per un trattamento preconsolidante, consolidante o dall’azione abrasiva di una pulitura ad acqua. Le scaglie saranno assicurate mediante bendaggi provvisionali di sostegno: si procederà in modo progressivo mettendo in opera “fazzoletti” di garza di cotone (comuni compresse di garze sterili), di tela grezza (da scegliere in base alla pesantezza e alle dimensioni del frammento in oggetto) o fogli di carta giapponese di pochi centimetri di lato (da 6 a 12) fermati con resina acrilica in soluzione o in dispersione (per quanto riguarda la soluzione un buon esempio sarà costituito da una resina acrilica tipo Paraloid al 20% p/v, in solvente volatile come acetone, così da favorire una rapida presa o sempre al 20% in un diluente nitro; mentre per la dispersione si potrà utilizzare una emulsione acrilica tipo Primal B60A al 5% v/v), oppure con una soluzione acquosa al 3% di alcool polivinilico (ad es. Gelvatol) o acetato di polivinile. Questa sorta di “filtro”, realizzato con fogli di carta giapponese, potrà essere messo in opera anche in presenza di impacchi pulenti (a base di polpa di cellulosa o di argille assorbenti) allorché si operi su strutture particolarmente porose o decoese.

Specifiche sui materiali

La carta giapponese è una carta molto leggera a base di fibre di riso, dotata di robustezza disponibile in commercio in diversi spessori e pesi minimo 6 gr/m² massimo 110 gr/m². Queste carte si rilevano utili oltre che per le velinature anche come “filtro” per operazioni di pulitura su superfici delicate o in avanzato stato di degrado.

Alcool polivinilico: Sostanza ad alto peso molecolare, solubile in acqua, alla quale si imparte forte viscosità e proprietà emulsionanti. Si rileva poco solubile in solventi organici e viene sovente utilizzato in miscele di acqua e alcool etilico denaturato (in soluzioni dal 3 al 10%) nelle operazioni di preconsolidamento per fissaggi di scaglie e/o frammenti oppure per fissaggi mediante velature con garza di cotone o carta giapponese.

Acetato di polivinile: Resina sintetica termoplastica, preparata per polimerizzazione dell'acetato di vinile, a sua volta ottenuto da acetilene e acido acetico. Utilizzata in soluzione dal 3 al 10% in alcool etilico o isopropilico oppure in miscele a base di acido etilico denaturato e acqua come fissativo di pellicole pittoriche o per eseguire "ponti di cucitura" di frammenti di scaglie decoese. Punto di rammollimento: 155-180 °C; viscosità a 20 °C della soluzione al 20% in estere etilico dell'acido acetico: 180-240 mPas.

4. Nebulizzazione di miscele di silicato di etile

La procedura (simile a quella descritta nell'articolo sul consolidamento mediante silicato di etile) potrà essere utilizzata sia per la riadesione di scaglie e micro frammenti pericolanti sia in presenza di fenomeni di polverizzazione e decoesione della superficie lapidea e, si porrà come obiettivo quello di fissare temporaneamente il materiale. L'operazione consisterà nella nebulizzazione o, preferibilmente, nell'applicazione con pennello a setola naturale morbida di miscela d'esteri dell'acido silicico (silicato di etile) in percentuale variabile in ragione del supporto. In linea di massima potranno essere prese come percentuali di riferimento quelle normalmente utilizzate per il consolidamento per impregnazione abbassandole leggermente (in linea generale si potrà utilizzare una quantità pari a circa 400-500 g/m² per il consolidamento d'apparecchi in cotto, e 200-300 g/m² per superfici intonacate con malta di calce). Su superfici particolarmente decoese o in presenza di scaglie di pellicola pittorica sarà consigliabile interporre tra il pennello e il materiale fazzoletti di carta giapponese così da creare un filtro a protezione dell'azione abrasiva, se pur in minima parte, del pennello.

5. Applicazione di sospensioni di idrossido di calcio

La procedura sarà rivolta, in modo particolare, agli intonaci di calce o alle pitture murali, allorché si manifesteranno fenomeni di polverizzazione del colore o esfoliazione di strati pittorici così da garantire sia la riadesione del pigmento sia della pellicola al supporto. Il preconsolidamento si baserà sull'applicazione di sospensioni, direttamente sulle superfici, di soluzioni stabili d'idrossido di calcio in solventi inorganici (alcoli alifatici), le particelle veicolate dal solvente penetreranno all'interno delle porosità superficiali così da produrre un nuovo processo di presa all'interno della matrice. Il solvente sarà da preferire all'acqua in quanto quest'ultima renderà la sospensione nettamente più instabile provocando una velatura biancastra sulle superfici trattate, inoltre il solvente avrà il vantaggio di far decantare l'idrossido di calcio in tempi più lunghi (circa 16-18 ore contro gli appena 30-40 minuti delle soluzioni acquose). In ogni caso se si vorrà utilizzare l'acqua sarà consigliabile formulare soluzioni utilizzando acqua distillata. Le sospensioni potranno essere preparate con concentrazioni molto variabili in ragione del supporto da consolidare, sarà, comunque, consigliabile iniziare da sospensioni

abbastanza diluite per poi spingersi a soluzioni più concentrate fino ad arrivare ad una crema di una certa consistenza.

Il trattamento eseguito, con l'ausilio di pennello a setola morbida, in una due o più riprese, (intervallate generalmente da qualche giorno ed aumentando la concentrazione della soluzione), fino ad assorbimento totale del supporto rientrerà in quelli di consolidamento corticale in quanto le particelle, pur di ridotte dimensioni, non riusciranno a penetrare nel materiale in profondità (ca. 2 mm). La procedura non risulterà adatta per le superfici che presentano depositi polverulenti o grassi, in quanto sostanze potenzialmente solubili e pertanto diffondibili all'interno della matrice porosa. Su pitture murali o, più in generale, su supporti particolarmente decoesi sarà necessario interporre fazzoletti di carta giapponese che verranno rimossi dopo circa un'ora dall'applicazione.

Specifiche

Le possibili velature bianche (che potranno emergere anche solo dopo poche ore dal trattamento) potranno essere eliminate (a meno che non sia previsto un successivo trattamento protettivo con prodotti a base di calce tipo scilabature o velature alla calce) con spugnature o tamponature di acqua distillata o con impacchi, di qualche ora (circa 6-10 h) di polpa di cellulosa inumidita sempre da acqua distillata (per maggiori dettagli si rimanda agli articoli specifici sulle puliture).

6. Micro-iniezioni di miscele a bassa pressione

Questo tipo di operazione sarà indirizzato verso la riadesione di modeste parti di intonaco o scaglie di laterizio sollevate. Queste micro-iniezioni potranno essere effettuate in prossimità di piccole fessure, lacune o fori già presenti sulle superfici intonacate, in assenza di queste si potranno creare dei microfori con l'ausilio di idonei punteruoli o micro-trapani manuali. Previa pulitura della fessurazione con una miscela di acqua deionizzata ed alcool (5:1 in volume), con lo scopo di creare dei canali nella parte retrostante e, al contempo, di verificare l'eventuale esistenza di lesioni o fori da dove la miscela consolidante potrebbe fuoriuscire, si procederà all'iniezione, con l'ausilio di normali siringhe di plastica (da 10 cc o 20 cc), procedendo attraverso i fori o le soluzioni di continuità poste nella parte più bassa per poi avanzare, verso quelle più in alto. Per gli intonaci, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, si potrà utilizzare iniezioni di una miscela composta da calce aerea diluita con percentuale del 5-10% di resina acrilica eventualmente caricata con carbonato di calcio o metacaolino micronizzato ed additivata con gluconato di sodio, o, nei casi di distacchi più consistenti (ad es. scaglie di laterizio), con polvere di cocchiopesto vagliata e lavata o sabbia silicea ventilata; in caso d'estrema urgenza o di murature umide, si potrà utilizzare calce idraulica naturale NHL 2 esente da sali solubili, additivata con cariche pozzolaniche ventilate; in questo modo si potrà ottenere un solido ancoraggio nel giro di 20-30 minuti. All'operazione di preconsolidamento, ad esempio, di una porzione consistente d'intonaco spanciato che minaccia di distaccarsi totalmente dal supporto, sarà utile affiancare quella di presidio provvisorio temporaneo facilmente realizzabile con la messa in opera, alla distanza di circa 2-3 cm, di un tavolato continuo in legno protetto nella faccia verso il manufatto da un foglio di alluminio o da un film plastico in polietilene (tipo Domopak); infine, lo spazio tra presidio e l'interfaccia dell'intonaco

(precedentemente protetto con foglio di alluminio) sarà riempito da materiale morbido tipo gommapiuma (o in alternativa da schiuma di poliuretano).

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

E' necessario che l'operatore sia in grado, per tutta la durata dell'intervento, di orientare la lancia manualmente circoscrivendo così l'operazione alle sole aree interessate; l'operatore dovrà, inoltre, accertarsi che l'erogazione del flusso sia sempre costante e che l'ugello non si sia usurato. Se la sabbiatura sarà eseguita in presenza di elevati tenori di umidità ambientale occorrerà tenere sotto stretto controllo l'apparecchiatura visto che i granuli di abrasivo potrebbero compattarsi ostruendo l'ugello; per ovviare a tale inconveniente potrebbe risultare utile dotare l'apparecchiatura di un apposito deumidificatore. La sabbiatura controllata non è adatta per la pulitura di parti delicate e minute come modanature, apparati decorativi o cornici per le quali può essere più appropriato procedere con una microsabbiatura puntuale. Sarà opportuno, pertanto, schermare mediante idonee protezioni (ad esempio fogli di polietilene) le parti che non dovranno "subire" tale trattamento e prevedere prima di iniziare l'intervento di sabbiatura, la raccolta del materiale abrasivo di risulta.

Art. 89 Puliture - Materiali lapidei

Con il termine "materiale lapideo" dovranno sempre essere intesi (in accordo alle raccomandazioni NorMaL) oltre che i marmi e le pietre propriamente detti, anche gli stucchi, le malte, gli intonaci (affrescati, dipinti a secco, graffiti) ed i prodotti ceramici come laterizi e cotti.

1. Generalità ed esecuzione di prove di pulitura

Prima di eseguire le operazioni di pulitura è opportuno attenersi a delle specifiche procedure al fine di salvaguardare l'integrità del materiale e, allo stesso tempo, prepararlo in modo da garantire l'efficacia, più o meno incisiva, dell'intervento. Le operazioni preliminari comprendono:

- analisi puntuale e dettagliata della consistenza dei materiali da pulire al fine di avere un quadro esplicativo relativo alla loro natura, compattezza ed inerzia chimica;
- analisi dei prodotti di reazione, così da poter identificare la loro effettiva consistenza, la natura e la reattività chimica;
- preconsolidamento (preferibilmente reversibile) se si riscontra la necessità, del materiale prima di iniziare la pulitura;
- esecuzione delle prove prescelte su campioni di materiale;

- analisi dei risultati ottenuti sulla superficie campione prima di estendere le operazioni di pulitura a tutta la superficie.

Lo scopo che ogni operazione di pulitura, indipendentemente dal sistema prescelto, deve prefiggersi è quello di asportare dalla superficie ogni tipo di deposito incoerente, in particolar modo quelli che possono proseguire il deterioramento del materiale. La facilità o difficoltà dell'asportazione e, di conseguenza, il ricorso a metodologie più o meno aggressive, dipende strettamente dalla natura del deposito stesso:

- depositi incoerenti (particellato atmosferico terroso o carbonioso) che non risultano coesi con il materiale o derivati da reazione chimica, depositati per gravità, o perché veicolati dalle acque meteoriche o di risalita (efflorescenze saline);
- depositi incoerenti (particelle atmosferiche penetrate in profondità, sali veicolati dall'acqua di dilavamento ecc.) che tendono a solidarizzarsi alla superficie del materiale tramite un legame meccanico, non intaccando, però, la natura chimica del materiale;
- strato superficiale derivato dalla combinazione chimica delle sostanze esterne (volatili o solide) con il materiale di finitura; i prodotti di reazione che ne derivano sono, ad esempio, le croste (prodotti gessosi) e la ruggine (ossidi di ferro).

La rimozione dei depositi incoerenti presenti sul materiale che, a differenza delle croste, non intaccano la natura chimica del materiale, potrà essere eseguita ricorrendo a dei sistemi meccanici semplici, facili da applicare come ad esempio: stracci, spazzole di saggina, scope, aspiratori ecc. integrati, dove il caso specifico lo richiede, da bisturi, piccole spatole e lavaggi con acqua; invece nel caso in cui si debbano asportare depositi solidarizzati con il materiale, sarà conveniente ricorrere a dei cicli di pulitura più consistenti come, ad esempio, tecniche di pulitura a base d'acqua, pulitura con impacchi acquosi o con sostanze chimiche, pulitura meccanica, pulitura mediante l'uso di apparecchi aeroabrasivi, sabbiatura controllata ecc.

Ogni qualvolta si utilizzeranno sistemi di pulitura che implicheranno l'uso di considerevoli quantitativi d'acqua (spray di acqua a bassa pressione, idropulitura, acqua nebulizzata, acqua atomizzata ecc.) dovrà essere pianificato in sede di cantiere, prima di procedere con l'intervento, il sistema di raccolta e di convogliamento del liquido e dovrà essere prevista la protezione (mediante l'utilizzo di teli impermeabili) delle parti che, non essendo interessate dall'operazione di pulitura (serramenti, vetri ecc.), potrebbero essere danneggiate durante la procedura.

Ogni procedura di pulitura, in special modo se caratterizzata dall'utilizzo di prodotti specifici anche se prescritti negli elaborati di progetto, dovrà essere preventivamente testata tramite l'esecuzione di campionature eseguite sotto il controllo del *Direttore dei lavori*; ogni campione dovrà necessariamente essere catalogato ed etichettato; in ogni etichetta dovranno essere riportati la data di esecuzione, il tipo di prodotto e/o le percentuali dell'impasto utilizzato, gli eventuali solventi e di conseguenza il tipo di diluizione (se si tratterà di emulsioni, ovverosia miscele di due liquidi, rapporto volume/volume) o di concentrazione (se si tratterà di soluzioni, cioè scioglimento di un solido in un liquido, rapporto peso/volume) utilizzati, le modalità ed i tempi di applicazione.

2. Sistemi di pulitura per gli elementi lapidei

I materiali lapidei rientrano nella categoria dei materiali a pasta porosa e come tali risentono particolarmente dell'azione disgregatrice operata dalle condizioni al contorno. La superficie, generalmente lavorata, a contatto con gli agenti atmosferici è sottoposta ad una serie di lente trasformazioni chimiche-fisiche che portano, nel corso degli anni, alla formazione di una patina superficiale, non dannosa, una sorta di protezione naturale che si limita ad alterare solo l'aspetto cromatico del materiale. Attualmente, le sostanze inquinanti presenti nell'atmosfera ostacolano la formazione della patina attaccando direttamente i materiali lapidei favorendone la disgregazione e l'insorgenza di croste nere. L'intervento di pulitura su questo tipo di materiali deve, principalmente, essere indirizzato ad eliminare la presenza di efflorescenze, croste nere, macchie ecc. che provocano il lento deterioramento della materia e, laddove è presente, conservare la patina naturale.

Le croste nere che ricoprono gli elementi lapidei, costituiscono un tipo di degrado che più di altri può alterare lo stato di fatto del materiale; oltre a mascherare le policromie, annullando l'originale gioco di luci e di ombre caratteristico degli apparati decorativi, sono una fonte pericolosa di sali solubili e la loro persistenza fa sì che la superficie sia sempre a contatto con le sostanze inquinanti. La presenza di croste nere può inoltre accentuare l'effetto di variazioni termiche, che accelerano il fenomeno di esfoliazione degli strati superficiali della pietra provocando il distacco di frammenti.

3. Pulitura mediante spray di acqua a bassa pressione

Tecnica particolarmente adatta quando si tratterà di rimuovere polveri e depositi solubili in acqua o non troppo coesi al substrato; indicata soprattutto per asportare depositi superficiali sottili legati con gesso o calcite secondaria, su materiali lapidei di natura calcarea e poco porosi, è sconsigliata in presenza di croste nere di spessore considerevole (1-3 mm) e contenenti percentuali di gesso elevate (tra il 20% e il 30%) poiché i tempi di applicazione troppo lunghi potrebbero recare danni al materiale. La superficie da trattare sarà invasa da getti d'acqua a bassa pressione (2-3 atm) proiettati con l'ausilio di ugelli (simili a quelli comunemente usati negli impianti di irrigazione o in orticoltura) indirettamente dall'alto verso il basso, in modo tale da giungere sul materiale in caduta. Quest'operazione di pulitura, oltre all'azione chimica, svolgerà anche una moderata azione meccanica e dilavante, (dovuta al moderato ruscellamento), grazie alla quale gran parte dei sali solubilizzati potranno essere rimossi. Importante è tenere presente che la quantità d'acqua da impiegare dovrà essere tale da non inumidire troppo la muratura (l'intervento non deve superare i 15-20 minuti consecutivi); inoltre, è consigliabile evitare i cicli di pulitura a base d'acqua nei mesi freddi così da evitare gli inconvenienti connessi sia all'azione del gelo sia alla lenta evaporazione, per questo la temperatura esterna non dovrebbe essere mai sotto i 14 °C.

La pulitura dovrà procedere per porzioni limitate di muratura; nel caso questa tecnica sia utilizzata per la pulitura di materiali lapidei porosi si dovrà, necessariamente, ridurre al minimo indispensabile la quantità d'acqua in modo da riuscire ad evitare la movimentazione dei sali presenti all'interno del materiale. Considerata la quantità d'acqua impiegata, prima di iniziare le operazioni di pulitura si dovranno mettere in atto le precauzioni enunciate nell'articolo sulle generalità.

Specifiche sui materiali

Per la pulitura di manufatti, dovrà, preferibilmente, essere utilizzata, acqua assolutamente pura, dolce, priva di sali e calcari, con un pH neutro e una durezza inferiore al 2% (anche se sovente nella pratica si ricorre all'acqua di rubinetto). L'acqua da impiegare dipenderà dalla natura del materiale, di norma in presenza di calcari teneri si useranno acque più dure, acque a grana fine dove si riscontreranno problemi di solubilità di carbonato di calcio mentre, per i graniti e le rocce silicate potrà essere utilizzata acqua distillata ovvero deionizzata ottenuta tramite l'utilizzo di appositi filtri contenenti resine scambiatrici di ioni acide (RSO_3H) e basiche (RNH_3OH) rispettivamente. Il processo di deionizzazione non renderà le acque sterili e nel caso in cui sia richiesta sterilità, potranno essere ottenute acque di questo tipo, operando preferibilmente per via fisica.

Pulitura mediante macchina idropulitrice a pressione controllata

L'idropulitura risulterà particolarmente adatta per effettuare lavaggi su delle superfici non di particolare pregio e soprattutto non eccessivamente degradate o porose poiché la pressione del getto (4-6 atm), in questo caso, potrebbe risultare troppo aggressiva e lesiva per il materiale ed implicare, sia l'eventuale distacco di parti deteriorate sia l'asportazione anche di porzioni sane di superficie. La procedura prevedrà l'esecuzione del lavaggio con getto di acqua, calda o fredda in riferimento alle indicazioni del Direttore dei lavori, emesso tramite l'ausilio di un ugello erogatore distante dalla superficie in una misura mai inferiore a 5 cm o superiore a 20 cm; si procederà con la pulitura dall'alto verso il basso per delimitate campiture, così da riuscire ad asportare velocemente lo sporco ed evitare la sua eventuale penetrazione (per percolamento) nelle parti inferiori, dopodiché si terminerà con un risciacquo dell'intera superficie. Al termine delle operazioni di lavaggio è opportuno accertarsi che l'intervento non abbia provocato dei danni al materiale (erosioni, abrasioni ecc.) e che non siano presenti polveri trasportate verso il basso dal ruscellamento delle acque di lavaggio. Considerata la quantità d'acqua impiegata, prima di iniziare le operazioni di pulitura si dovranno mettere in atto le precauzioni enunciate nell'articolo sulle generalità.

4. Pulitura mediante spray d'acqua nebulizzata

Un'alternativa alla pulitura con spray d'acqua deionizzata è la nebulizzazione del liquido tramite ugelli a cono vuoto (dotati di pinze e posizionati a 30-40 cm dalla superficie) caratterizzati da un orifizio molto piccolo, (diametro tra 0,41 e 0,76 mm), che permette di invadere la superficie da trattare (obliquamente e quasi senza pressione) con una fitta nebbia di goccioline, del diametro di circa 1/10 mm. Sostanzialmente le precauzioni da prendere saranno le stesse del metodo precedentemente illustrato, questo sistema sarà valido soprattutto per rimuovere incrostazioni costituite da composti parzialmente idrosolubili; l'acqua impiegata potrà essere deionizzata ed additivata con tensioattivi neutri allo scopo di diminuire l'angolo di contatto e, rispetto allo spray

d'acqua, presenterà il vantaggio di accentuare l'azione diluente della pulitura chimica proprio grazie all'azione nebulizzante delle goccioline. La nebulizzazione risulterà particolarmente adatta quando si tratterà di pulire pietre carbonatiche non troppo incrostate (meno adatta per pietre quarzo-silicatiche) e per interventi su calcari non troppo porosi, dove le sostanze da rimuovere non siano particolarmente tenaci,

contrariamente, in presenza di depositi difficili da rimuovere, si completerà il ciclo di pulitura con impacchi o spazzole di saggina. La pulitura dei materiali porosi con acqua nebulizzata dovrà ridurre i tempi d'irrorazione della superficie (così da evitare l'assorbimento d'acqua in profondità) ripetendo, se necessario, l'intervento più volte. L'applicazione continua della nebulizzazione sulla superficie non dovrà, comunque, mai superare i 15 minuti consecutivi in modo da evitare che le murature s'impregnino eccessivamente (in condizioni "normali" il consumo d'acqua potrà essere valutato in 4 l/h per ugello). Tra i vari cicli di pulitura dovranno intercorrere ampie pause così da consentire al materiale il completo prosciugamento. I tempi d'applicazione saranno comunque in funzione della consistenza dei depositi e della natura del materiale; su calcari teneri l'intervento potrà durare meno rispetto a quello operato su quelli compatti. La pulitura mediante acqua nebulizzata si effettuerà in cantiere ricorrendo a specifica apparecchiatura e dovrà essere applicata, esclusivamente durante la stagione calda, mai con valori minimi della temperatura esterna inferiori a 17 °C. Considerata la quantità d'acqua impiegata, prima di iniziare le operazioni di pulitura si dovranno mettere in atto le precauzioni enunciate nell'articolo sulle generalità.

Pulitura mediante acqua atomizzata

Molto simile alla tecnica della nebulizzazione è la pulitura mediante acqua atomizzata con la differenza che, in questo caso, lo spruzzo d'acqua è costituito da goccioline ancora più piccole. Mediante l'uso d'apposite camere di atomizzazione, infatti, l'acqua si ridurrà in un aerosol costituito da un numero elevato di finissime goccioline che fuoriusciranno da ugelli connessi ai lati delle camere mediante condutture flessibili; in questo modo aumenterà l'azione solvente dell'acqua nei confronti dei sali solubili e dei leganti delle croste nere, mentre diminuirà l'azione meccanica che si limiterà ad un debole ruscellamento sulle superfici sottostanti. Si ricorrerà a questa tecnica ogni qualvolta si dovrà eseguire la pulitura su porzioni particolarmente delicate come: apparati decorativi, fregi, modanature ecc., e/o su superfici particolarmente degradate (decoese). La pulitura mediante l'atomizzazione sarà in grado di asportare dalle superfici lapidee (anche porose) di natura carbonatica, parte dei sali solubili e i depositi polverulenti e/o carboniosi. I tempi di applicazione sono più lunghi di quelli previsti per la nebulizzazione. Considerata la quantità d'acqua impiegata, prima di iniziare le operazioni di pulitura, si dovranno mettere in atto le precauzioni enunciate nell'articolo sulle generalità.

5. Pulitura meccanica (spazzole, bisturi, spatole ecc.)

La pulitura meccanica di superfici lapidee, comprende una serie di strumenti specifici il cui impiego è in stretta relazione al grado di persistenza delle sostanze patogene che si dovranno asportare. Prima di procedere ad illustrare la gamma di utensili disponibili e le relative tecniche, è opportuno precisare che la riuscita delle operazioni di pulitura meccanica, sarà strettamente connessa all'abilità ed alla sensibilità dell'operatore che dovrà prestare particolare attenzione a non arrecare danni irreversibili al materiale (incisioni o segni). La pulitura meccanica consentirà la rimozione di scialbature, depositi ed incrostazioni più o meno aderenti alla superficie; a tal fine si potrà ricorrere a strumenti di vario tipo partendo dai più semplici come: spazzole di saggina o di nylon,

bisturi, piccole spatole metalliche, sino ad arrivare ad utilizzare apparecchiature meccanizzate più complesse di tipo dentistico che, alimentate da un motore elettrico o pneumatico, consentiranno la rotazione di un utensile come ad esempio: microspazzolini in fibre vegetali o nylon (per asportare depositi più o meno aderenti), microfrese (atte all'asportazione di incrostazioni dure e di modeste dimensioni), micromole in gomma abrasiva (ovviano l'inconveniente di lasciare tracce da abrasione grazie al supporto relativamente morbido), microscalpelli su cui si monteranno punte in vidia di circa 5 mm di diametro (adatti per la rimozione di depositi calcarei), vibroincisori, apparecchi che montano punte a scalpello o piatte con diametro di circa 2-3 mm (eliminano incrostazioni molto dure e coese come scialbi, stuccature cementizie ecc.). La carta abrasiva fine (400-600 Mesh) o la pomice potranno essere impiegate in presenza di superfici piane o poco irregolari, anche se la bassa velocità di avanzamento che caratterizza questo sistema, implicherà tempi di lavoro troppo lunghi e, per questo, potrà essere applicato solo su porzioni limitate di materiale. In presenza di stuccature cementizie, o in casi analoghi, si potrà procedere alla loro asportazione ricorrendo all'uso di un mazzuolo e di uno scalpello (unghietto); considerato l'impatto che potrà avere l'intervento sul materiale, si consiglia di effettuare l'operazione in maniera graduale in modo da poter avere sempre sotto controllo l'intervento. Attenzione al fatto che questo tipo di pulitura potrà produrre variazioni morfologiche superficiali in funzione della destrezza dell'operatore e delle condizioni conservative della superficie, mentre saranno assenti variazioni del colore delle superfici trattate da tale procedura.

6. Pulitura mediante prodotti solventi

La pulitura mediante solventi dovrà essere, necessariamente, impiegata nel caso in cui si operi in presenza di materiali o supporti (ad es., stucchi a gesso o stesure pittoriche a base gesso) che non siano in grado di sopportare puliture ad acqua. La procedura operativa prevedrà le seguenti fasi:

esecuzione di prove preliminari di pulitura al fine di determinare il livello della rimozione dei prodotti di deposito e di alterazione, senza danneggiare il supporto, la sua finitura superficiale nonché il materiale di cui è costituito: tali prove serviranno, inoltre, per avere un campione di riferimento e di controllo durante le fasi successive di lavoro. Tali test dovranno essere eseguiti in presenza della DL ed essere visionati dagli organi di tutela del bene in oggetto; ogni campione dovrà essere catalogato e riportare il tipo di solvente utilizzato. Per la campionatura, (che dovrà necessariamente essere eseguita su differenti elementi lapidei), se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, potranno essere impiegati i seguenti solventi: acetone, acqua ragia, diluente nitro e white spirit;

pulitura degli elementi in oggetto mediante tamponi (batuffoli di cotone) o compresse di garza contenente al suo interno materiale assorbente. L'operatore potrà impiegare il tampone impugnandolo direttamente o utilizzando un bastoncino in legno così da agevolare la pulitura di porzioni difficilmente raggiungibili come incavi, spigoli, rientranze ecc. L'operatore, dopo avere imbevuto di solvente il tampone, procederà a strofinare leggermente la zona da pulire eseguendo, preferibilmente, un movimento rotatorio. Nei punti più difficili da raggiungere e/o in presenza di depositi o incrostazioni

più coerenti, potrà essere necessario insistere nell'azione impiegando il movimento più adatto alla specifica esigenza. In caso di colature, o dispersioni incontrollate del solvente misto al particellato di deposito, occorrerà operare la rimozione tempestivamente asciugandole con un tampone o una pezza di garza asciutti. Subito dopo aver passato il tampone sarà necessario passare sul manufatto oggetto di intervento una pezza di tessuto pulito ovvero un altro tampone inumidito con idoneo diluente così da rimuovere eventuali eccessi di solvente affinché questi non continuino la loro azione. In alternativa, ossia dove si renderà necessario un intervento più minuzioso e localizzato, ossia per le parti più delicate policrome o dorate (scritte, stemmi, festoni, capitelli), sarà preferibile veicolare il solvente mediante l'utilizzo di addensanti cellulosici ovvero solvent-gel. Queste tipologie di prodotti, oltre a risultare igroscopici, permettono di gelificare il solvente così da mantenerlo localizzato sulla superficie del manufatto policromo; in questo modo l'azione di pulitura si rileverà più selettiva limitando la penetrazione del solvente negli strati sottostanti. Il gel sarà applicato con pennelli piccoli e morbidi per i tempi e con la densità stabiliti dai test-campione eseguiti in precedenza; in caso di superfici particolarmente decoese si potranno frapporre tra il composto e il supporto dei fazzoletti di carta giapponese. Il composto sarà rimosso a secco o a tampone leggermente imbevuto così da evitare di lasciare eventuali residui dannosi per il manufatto.

Avvertenze

- La scelta del solvente adatto alla rimozione di una certa sostanza richiederebbe di norma l'esatta conoscenza della natura chimica del materiale da disciogliere; nel caso in cui si disponga di tale conoscenza preliminare all'intervento, sarà sufficiente utilizzare il Triangolo delle Solubilità dei solventi così da arrivare immediatamente ad una possibile, quanto idonea soluzione. Nel caso in cui l'operatore non abbia la piena conoscenza della natura del materiale da rimuovere, sarà necessario eseguire delle prove campione sulla superficie da rimuovere. I suddetti test, eseguiti dietro specifica autorizzazione del *Direttore dei lavori* dovranno verificare, con delle miscele solventi standard a parametri di solubilità noti (potrà, per semplicità, essere considerato solo uno dei tre parametri ad es. la *fd* ovvero la forza di dispersione), il valore necessario per solubilizzare il materiale ovvero la vernice in oggetto: in accordo col valore trovato, verrà scelto il solvente adeguato per la pulitura. Il pratica si dovranno eseguire delle modeste tassellature di prova partendo sempre dalla miscela (ovvero dal solvente) con valore più basso per poi passare alla successiva, fino a quando se ne troverà una che solubilizzerà il soluto in questione. Stabilito, in questo modo, il parametro spia, si potrà compiere la scelta del solvente (o più spesso della miscela di solventi, ad es. 1 parte di white spirit e 3 parti di trielina per asportare depositi, grassi di oli e cere) avente il valore ricercato. La selezione, pertanto, sarà indirizzata dalla tabella dei parametri di solubilità nelle immediate vicinanze del valore del parametro scelto determinato dalla prova-campione. In linea generale, la scelta dovrà ricadere su un solvente il meno tossico possibile, nel caso tale solvente non dovesse esistere, il valore spia dovrà essere riprodotto mediante miscela di solventi (per semplicità operativa converrà operare verso miscele binarie).
- La scelta dei solventi, sia quando risulti nota la natura del soluto, sia quando si debba ricavare mediante prove campione, rappresenta di norma un compromesso tra esigenze

diverse quali il potere solvente, la stabilità, la non corrosività, la tossicità e l'infiammabilità. Considerando i parametri di solubilità (ovvero f_s forze di dispersione tipo apolari, f_p forze di tipo polari e f_h forze di legame a Idrogeno) dei solventi organici sarà, pertanto, consigliabile sostituire un solvente organico con un altro solvente o una miscela di solventi la cui terna di parametri di solubilità sia analoga a quella del solvente da sostituire, specialmente se questo ultimo si rileva molto tossico. L'utilizzo di solventi gelificanti nelle operazioni di pulitura di superfici policrome sarà da preferire dal momento che consentirà di ottenere un'azione più controllata e selettiva sullo strato da rimuovere, oltre ad una minore volatilità dei solventi stessi ed una maggiore sicurezza per l'operatore.

Per utilizzare, manipolare e/o conservare i suddetti prodotti si dovrà, obbligatoriamente, fare riferimento a quanto indicato sulle relative etichette e schede di sicurezza.

I prodotti dovranno, inoltre, essere ad esclusivo uso di personale professionalmente qualificato. In ogni caso dovranno sempre essere utilizzati i DPI (dispositivi di protezione individuali) adeguati a protezione della pelle, degli occhi, del viso e delle vie respiratorie

Specifiche sui materiali

Acetone anidrite solvente polare, volatile atossico presenta un ottimo potere solvente miscibile con molti liquidi e può essere impiegato come solvente intermediario.

Acqua ragia minerale solvente apolare, la versione dearomatizzata, presenterà una tossicità inferiore; sarà, comunque, consigliabile utilizzarla in ambiente areato.

Diluyente nitro antinebbia, miscela di vari solventi (toluene, acetone, dicloropropano, alcool isopropilico), alcuni tossici a polarità media a rapida evaporazione, possiede un buon potere solvente.

White spirit (ragia dearomatizzata), miscela di idrocarburi, liquido limpido di odore caratteristico è insolubile in acqua ma miscibile con la maggior parte dei solventi organici.

Solvent-gel si costituiscono a partire da acido poliacrilico e ammina di cocco, la quale possiede la proprietà di neutralizzare la funzione acida dell'acido poliacrilico e, contemporaneamente, di conferire all'addensante anche blande proprietà tensioattive. L'aggiunta al solvente scelto e poche gocce d'acqua provocano il rigonfiamento del sistema e la formazione del gel.

Addensanti cellulosici: agiscono per rigonfiamento diretto della struttura cellulosica da parte del solvente puro o di loro miscele. La metilcellulosa si rileva più adatta per gelificare solventi polari (acetone, white spirit ecc.) o miscele di questi, da utilizzarsi in concentrazione dal 2 al 4% p/v. L'etilcellulosa si rileva, invece, più adatta per solventi a polarità medio bassa (clorurati, chetoni, esteri ecc.) o apolari; la percentuale di utilizzo varia dal 6% al 10% (p/v) a seconda dei casi.

7. Pulitura mediante impacchi

Le argille assorbenti, come la sepiolite e l'attapulgit, sono dei silicati idrati di magnesio, mentre la polpa di cellulosa è una fibra organica ottenuta da cellulose naturali (disponibile in fibre di lunghezza variabile da 40 a 1000 μ); mescolate insieme all'acqua, questo tipo di sostanze, sono in grado di formare una sorta di fango capace di esercitare,

una volta a contatto con le superfici lapidee e opportunamente irrorato con acqua (o con sostanze chimiche), un'azione, di tipo fisico, di assorbimento di liquidi in rapporto al proprio peso. La pulitura mediante impacchi assorbenti risulterà vantaggiosa, oltre che per l'asportazione dei sali solubili, per la rimozione, dalle superfici lapidee, di strati omogenei di composti idrosolubili o poco solubili (come croste nere poco spesse, di circa 1 mm), macchie originate da sostanze di natura organica, strati biologici (batteri, licheni e algali). Gli impacchi, inoltre, sono capaci di ridurre le macchie di ossidi di rame o di ferro. Il vantaggio del loro utilizzo risiede anche nella possibilità di evitare di applicare direttamente sulla superficie sostanze pulenti (in special modo quelle di natura chimica) che, in alcuni casi, potrebbero risultare troppo aggressive per il substrato. La tipologia d'impacco dipenderà dal grado di persistenza e dalla solvenza dello sporco da rimuovere, ma si deve tenere presente che gli impacchi non risulteranno particolarmente adatti per asportare croste spesse e, in caso di materiali porosi e/o poco coesi, sarà opportuno, al fine di non rendere traumatica l'operazione d'asportazione, interporre sulla superficie carta giapponese o klinex. Potrà essere conveniente, prima di applicare l'impacco, operare lo "sgrassamento" e la rimozione di eventuali incrostature superficiali ricorrendo a solventi come acetone, cloruro di metilene ecc. e, dove risulterà possibile, effettuare un lavaggio con acqua (deionizzata o distillata) in modo da asportare i depositi meno coerenti ed ammorbidire gli strati carboniosi più consistenti. In presenza di efflorescenze si dovrà provvedere alla loro asportazione meccanica tramite lavaggio con acqua deionizzata e spazzolino morbido prima di procedere con l'operazione. In linea generale si deve preferire basse concentrazioni con conseguenti tempi di applicazione più lunghi rispetto ad impacchi con soluzioni elevate con tempi di applicazione brevi.

Pulitura mediante impacchi assorbenti a base di acqua (estrazione di sali solubili mediante applicazione di compresse assorbenti)

L'impacco acquoso consisterà nell'applicazione, direttamente sulla superficie, (preventivamente umidificata con acqua distillata o deionizzata) di argille assorbenti (sepiolite o attapulgitte con granulometrie comprese tra i 100 e i 200 Mesh) o polpa di cellulosa (fibra lunga 600-1000 μ) previa messa in opera, dove si renderà necessario, di klinex o fogli di carta giapponese indispensabili per interventi su superfici porose e/o decoese. La preparazione dell'impacco avverrà manualmente imbevendo con acqua deionizzata o distillata il materiale assorbente fino a che questo non assumerà una consistenza pastosa tale da consentire la sua applicazione, con l'ausilio di spatole, pennelli o, più semplicemente con le stesse mani, in spessori variabili a seconda delle specifiche dettate dalla DL (2-3 cm per le argille, 1 cm per la polpa di cellulosa). La permanenza dell'impacco sulla superficie sarà strettamente relazionata al caso specifico ma soprattutto farà riferimento alle indicazioni, dettate dal *Direttore dei lavori* basate su prove preventive effettuate su campioni (circa 10x10 cm). Il tempo di contatto (da pochi minuti a diverse ore) dipenderà dalla concentrazione delle soluzioni impiegate (da 5% a 130%, alle soluzioni sature), dal tipo e dalla consistenza del degrado che dovrà essere rimosso. La plasticità dell'impacco potrà essere migliorata aggiungendo all'acqua e all'argilla quantità variabili di attapulgitte micronizzate. Gli impacchi dovranno essere eseguiti con temperature esterne non inferiori a 10 °C; se applicati durante un periodo

caldo, o in presenza di vento, al fine di rallentare l'evaporazione del solvente, potranno essere protetti esternamente con strati di cotone o teli di garza imbevuti di acqua demineralizzata, coperti da fogli di polietilene muniti di un'apertura dalla quale verrà garantito l'inumidimento della superficie sottostante. La rimozione della poltiglia potrà essere eseguita quando questa, una volta asciutta, formerà una crosta squamosa ed incoerente tale da distaccarsi dal supporto poiché non più aderente alla superficie. I frammenti di pasta cadranno da soli o potranno essere rimossi con facilità aiutandosi con pennello o spatola. Il supporto dovrà essere lavato con acqua demineralizzata, nebulizzata a bassa pressione in modo da riuscire ad asportare tutto il materiale assorbente aiutandosi, se necessario, anche con spazzole e pennelli di setole di nylon morbide. Sia l'attapulgit che la seppiolite saranno in grado di assorbire una grande quantità di liquidi in rapporto al loro peso (un chilogrammo di attapulgit è in grado di assorbire 1,5 kg d'acqua senza rigonfiare); l'attapulgit riuscirà ad assorbire, oltre l'acqua, anche gli oli. Le argille assorbenti, rispetto alla polpa di cellulosa, presenteranno l'inconveniente di sottrarre troppo rapidamente l'acqua dalle superfici trattate. In presenza di pietre molto porose potrà essere indicato ricorrere alla polpa di cellulosa (più facile da rimuovere rispetto alle argille).

Specifiche sui materiali

In alternativa all'impasto composto in cantiere potrà essere impiegato un impasto premiscelato denominato Westox Cocoon costituito esclusivamente da acqua distillata, fibre di purissima cellulosa di grado A (farmaceutico, non riciclata), proveniente da pasta di pino di prima scelta esente da Arsenico. La pasta (con ph di 8,0-8,5) viene alcalinizzata con Carbonato di Calcio da polvere di marmo, invece che con il normale Bicarbonato di Sodio, onde evitare di introdurre uno ione estraneo alla malta di calce, e modificata con terre silicee assorbenti purissime (farina fossile diatomacea). La pasta dell'impacco Cocoon è fornita pronta all'uso, non necessita di nessuna aggiunta né di essere mescolata. Si applica alla superficie (per un minimo di due applicazioni) mediante spatola piatta, cazzuola o a spruzzo per grandi superfici, per uno spessore di circa 10 mm (consumo di circa 10 l/m²), anche da mano d'opera non specializzata. Dopo circa 7-28 giorni dall'applicazione (14 giorni in condizioni climatiche medie, ma anche molto di più) la pasta sarà diventata un cartone contenente i sali e potrà essere distaccata manualmente dal substrato o con l'eventuale aiuto di spatola piatta. Il cartone potrà essere mandato a discarica ordinaria. Così come per l'impacco "tradizionale", la superficie interessata dovrà essere lavata con acqua demineralizzata eventualmente coadiuvata da una leggera spazzolatura manuale eseguita con spazzole morbide.

Avvertenze

Il degrado e i danni si presentano in proporzione alla quantità percentuale in peso dei sali totali presenti nel muro. Il contenuto salino del muro potrà essere verificato da analisi di laboratorio su campioni secondo la norma UNI 11087 Beni Culturali "Materiali lapidei naturali ed artificiali. Determinazione del contenuto di sali solubili. Specie ioniche". La valutazione dei "sali totali" (ossia la somma delle seguenti specie ioniche: cloruri, solfati, nitrati e Sodio, Potassio, Magnesio, Calcio) mediante conduttività, prevista dalla stessa norma, potrà essere accettata per misure comparative a discrezione del *Direttore*

dei lavori.

In linea generale un muro potrà essere classificato secondo il grado di contaminazione in:

- pulito quando contiene meno dello 0,20% di sali totali al suo interno;
- poco contaminato quando contiene dallo 0,30% allo 0,50% (con questo contenuto salino vi sono pochi danni);
- mediamente contaminato dallo 0,60% all'1,50%;
- molto contaminato dall'1,60% al 3,00% di sali;
- gravemente contaminato oltre il 3,00% di contenuto salino.

L'abbassamento del contenuto salino totale del muro sotto allo 0,20% garantisce che il muro è sano e rimarrà tale se non entrano nuovi sali. Essendo ogni situazione di cantiere diversa, il numero di applicazioni necessario per raggiungere, nel caso particolare, la soglia ideale dovrà essere valutata singolarmente; in ogni caso, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, si eseguiranno un minimo di due cicli di impacco intervallati da almeno 14 giorni.

Pulitura mediante impacchi assorbenti a base di Carbonato e Bicarbonato d'Ammonio

Il carbonato e il bicarbonato di ammonio (veicolati nella maggior parte dei casi con impacchi di polpa di cellulosa) sono sali solubili in acqua, ai quali si potrà ricorrere in percentuali che varieranno da 5% a 100%, secondo i casi; potranno essere utilizzati sia da soli che in composti e, non di rado, a questa tipologia di impacchi si potranno aggiungere resine a scambio ionico con effetto solfante applicate in seguito a miscelazione con acqua demineralizzata in rapporto variabile, in base alla consistenza finale che si vorrà ottenere per effettuare il trattamento (i tempi di applicazione sono, anche in questo caso, da relazionarsi ad opportuni test preventivi). Il carbonato e il bicarbonato di ammonio decompongono spontaneamente originando prodotti volatili (di norma questi sali risulteranno attivi per un lasso di tempo di circa 4-5 ore), la liberazione di ammoniaca conferirà al trattamento proprietà detergenti, mentre l'alcalinità (maggiore per il carbonato che per il bicarbonato) consentirà una graduale gelificazione di materiale di accumulo e vecchie patine proteiche e lipidiche, consentendone la rimozione dalla superficie. Questi sali eserciteranno, inoltre, un'azione desolfatante, riuscendo a trasformare il gesso, eventualmente presente sul supporto, in solfato di ammonio più solubile e facilmente asportabile con lavaggio acquoso. Se il materiale da asportare presenterà un'elevata percentuale di gesso, la concentrazione in acqua del carbonato o bicarbonato dovrà essere di tipo saturo (circa il 15-20% di sale in acqua deionizzata) mentre, per gli altri casi, basterà raggiungere il pH necessario (9 per il carbonato, 8 per il bicarbonato) con soluzioni meno sature (5-7% in acqua deionizzata). L'uso del bicarbonato d'ammonio (o di sodio) sarà sconsigliato nel caso di interventi su materiali particolarmente degradati, specie per i marmi (nei quali si può avere una facile corrosione intergranulare e decoesione dei grani di calcite superficiale) e per i calcari sensibilmente porosi dove potrà incontrare difficoltà nel rimuovere i residui dell'impacco. In presenza di efflorescenze visibili sarà utile un'anticipata rimozione meccanica delle stesse, allo scopo di evitare la loro solubilizzazione e conseguente compenetrazione in seguito alla messa in opera dell'impacco.

Esempi di impasti: un impasto base per la rimozione di patine tenaci, fissativi o pitturazioni

eseguite con colori più o meno resistenti sarà composto da:

- polpa di cellulosa a fibra media-grossa (tipo Arbocell 200-600 1, metà della quantità di polpa di cellulosa potrà essere sostituita con Sepiolite);
- carbonato di ammonio al 20-25% (soluzione satura e acqua deionizzata in rapporto 1:2), in alternativa si potrà utilizzare bicarbonato di ammonio in opportuna diluizione.

La validità dell'impacco dovrà, in ogni caso, essere testata preventivamente su tasselli-campione, indicativamente il tempo di contatto potrà variare tra i 10 e i 45 minuti. La concentrazione della sostanza attiva non dovrà essere molto alta così da garantire all'impacco un'azione prolungata nel tempo e in profondità. Per pitturazioni eseguite con colori poco resistenti o delicati potrà essere utilizzata polpa di cellulosa con fibre corte (0-40 1) o carbossimetilcellulosa (così da formare un impasto semitrasparente morbido e pennellabile) abbassando i tempi di applicazione (che potranno oscillare dai 5 ai 20 minuti) così da evitare che l'impacco agisca troppo in profondità ed eserciti solo azione pulente in superficie. In presenza di pigmenti deboli potrà essere necessario sostituire il carbonato con il bicarbonato di ammonio con l'eventuale riduzione delle concentrazioni e dei tempi di contatto (potranno essere sufficienti anche solo pochi minuti).

Orientativamente impacchi realizzati con polpa di cellulosa a macinazione medio-grossa (200 -1000 1) verranno impiegati con tempi di contatto relativamente lunghi (10-60 minuti) e con sostanza attiva (carbonato o bicarbonato di ammonio) in basse concentrazioni così da dar modo all'impacco di agire più a lungo e più in profondità. Impacchi, invece, realizzati con grana fine o finissima (00-200 1) verranno impiegati con tempi di contatto più rapidi (5-20 minuti) e con sostanza attiva in bassa diluizione oppure in soluzione satura, così da evitare all'impacco di agire troppo in profondità garantendo una pulitura più delicata.

Specifiche sui materiali

Polpa di cellulosa: di colore bianco, deresinata ricavata dal legno. Le fibre presentano un'elevata superficie specifica, e un'altrettanto elevato effetto addensante, un comportamento pseudoplastico e una buona capacità di trattenere i liquidi e sono, inoltre, insolubili in acqua ed in solventi organici. Un chilogrammo di polpa di cellulosa sarà in grado di trattenere circa 3-4 l di acqua, minore sarà la dimensione della fibra (00, 40, 200, 600, 1000 1) maggiore sarà la quantità di acqua che sarà in grado di trattenere.

Avvertenze

L'applicazione degli impacchi chimici dovrà essere fatta dal basso verso l'alto in modo da evitare pericolosi ed incontrollabili fenomeni di ruscellamento e al fine di ogni applicazione si procederà all'asportazione di ogni traccia di sostanza chimica ricorrendo sia ad un accurato risciacquo manuale con acqua deionizzata sia, se indicato dalla scheda tecnica del prodotto, all'ausilio di apposite sostanze neutralizzatrici.

I vantaggi degli impacchi, indipendentemente dalla tipologia, risiedono nella loro non dannosità, nel basso costo (le argille sono riutilizzabili previo lavaggio in acqua) e nella facilità di messa in opera, non solo ma se si userà una miscela di polpa di cellulosa più argille assorbenti (in rapporto 1:1) si potranno sfruttare le caratteristiche migliori di entrambe (l'impacco che ne deriverà si presenterà morbido e malleabile tale da permettere l'applicazione sulle zone interessate senza cadute di materiale o percolazione

di liquido in eccesso sulle zone limitrofe); per contro gli svantaggi sono la lentezza dell'operazione e la loro relativa non controllabilità.

Pulitura mediante impacchi assorbenti a base di Resine a scambio ionico

Il pulitore a scambio cationico (descialbante) funziona come agente di pulitura nei confronti di scialbature e incrostazioni calcaree, “sequestrando” ioni di calcio al supporto cui viene applicato in modo lento e delicato, garantendo, pertanto, un buon controllo del grado di pulitura. Il pulitore risulterà facilmente disperdibile in acqua demineralizzata o distillata con la quale, allorché venga miscelato per 1/7-1/8 del suo peso (ovvero con altro rapporto a secondo della consistenza finale descritta negli elaborati di progetto), fornisce un impasto facilmente applicabile a spatola su superfici con qualsiasi orientamento; con quantitativi d'acqua leggermente superiori si otterranno impasti più scorrevoli applicabili a pennello.

Le resine a scambio anionico (desolfatanti) risulteranno invece attive nei confronti di gesso e solfati, derivati dall'aggressione da inquinamento atmosferico, su materiali lapidei di origine sia naturale sia artificiale quali marmi, pietre, malte, intonaci, affreschi o pitture murali. Al fine di ottenere un impasto facilmente applicabile a spatola su superfici di qualsiasi orientamento sarà necessario disperdere, orientativamente, una parte in peso di resina in una parte in peso di acqua deionizzata o distillata. Quantitativi maggiori di acqua (1,2-1,5 parti in peso), consentiranno applicazioni a pennello o con erogatori a spruzzo. In particolari situazioni applicative e sempre dietro specifica indicazione del *Direttore dei lavori* potranno essere ammesse anche soluzioni di carbonato di ammonio sino al 10% p/p, sempre preparate con acqua deionizzata o distillata; tali impasti dovranno essere messi in opera subito dopo la loro preparazione.

Se si utilizzeranno impasti con soluzioni di carbonato di ammonio, sarà necessario accertare, e di conseguenza, proteggere l'eventuale presenza di parti infisse o di pigmenti a base di rame.

In entrambi i casi, al fine di migliorare il trattamento, sarà consigliabile operare, sulla superficie da trattare, un preventivo trattamento di umidificazione con acqua demineralizzata ovvero distillata, fermo restando che le superfici da trattare dovranno essere liberate da eventuali depositi di polvere o detriti di qualsiasi genere.

L'azione del prodotto si esplica sino a che l'impasto rimarrà sufficientemente bagnato, per cui, se necessario, dovrà essere cura dell'*Appaltatore* proteggere gli impacchi dagli essiccamenti troppo rapidi con fogli di polietilene od altri film plastici. Dovranno, in ogni caso essere evitate temperature inferiori ai 10 °C e superiori ai 30 °C. Se non diversamente specificato negli elaborati di progetto dovranno essere utilizzati impasti miscelati entro la stessa giornata lavorativa.

Sia le quantità di acqua, ottimali per la consistenza voluta dell'impasto, che la durata ed il numero delle applicazioni dovranno, necessariamente, essere ricercati di volta in volta, a seconda dei problemi di pulitura da affrontare, effettuando prove preliminari di trattamento su zone ridotte e tipologicamente significative delle superfici. I suddetti campioni dovranno essere eseguiti dall'*Appaltatore* sotto stretto controllo del *Direttore dei lavori*.

Trascorso il tempo di trattamento ritenuto utile, l'impasto, o meglio il suo residuo

dall'evaporazione, potrà essere rimosso per azione meccanica blanda, ad esempio con spazzolatura, combinata o meno ad una aspirazione. Nel caso in cui l'impacco fosse stato preservato con una pellicola, questa dovrà essere staccata per prima e la rimozione dei residui iniziata dopo un opportuno tempo di asciugamento. La pulitura della superficie potrà essere completata, se prescritto dal *Direttore dei lavori*, mediante una spugnatura con acqua deionizzata. Se necessario, il trattamento potrà essere ripetuto, in linea di principio indefinitamente, sino all'ottenimento del risultato più soddisfacente.

Avvertenze

Le resine a scambio ionico tipo cationico hanno caratteristiche acide, pertanto dovranno essere evitati con cura il contatto con la pelle, con le mucose, con gli occhi ed assolutamente non andrà ingerito tale prodotto.

L'impasto, quando diventa secco e polverulento, diventa ancor più pericoloso poiché potrebbe essere facilmente inalato ed entrare negli occhi.

Pulitura mediante impacchi assorbenti a base di enzimi

La pulitura con l'utilizzo di enzimi rappresenta la migliore alternativa all'utilizzo di acidi e basi per l'asportazione idrolitica di sostanze filmogene invecchiate quali ridipinture o patinature proteiche, grasse o polisaccaridiche su superfici policrome. Il loro utilizzo rappresenta una scelta di sicurezza sia per l'operatore (poiché adopererà sostanze prive di esalazioni tossiche o irritanti) sia per l'opera (gli acidi e le basi si rilevano sovente non sufficientemente selettivi nei confronti dello specifico substrato da asportare). Una delle caratteristiche principali degli enzimi risiede appunto nell'elevata specificità per il substrato (fondamentale nel restauro di superfici policrome) ovvero un enzima che agisce, in una data reazione, su un determinato fondo, non sarà in grado di catalizzare nessuna altra reazione chimica, vale a dire non potrà modificare una sostanza diversa dal substrato, di conseguenza, l'operazione di pulitura non potrà intaccare le parti del dipinto non interessate dalla pulitura. La seconda caratteristica esclusiva degli enzimi, è l'alta attività catalitica, ossia limitate molecole enzimatiche sono in grado di operare su quantità di substrato molto maggiori di quelle trasformabili da qualunque altra sostanza, senza perdere l'efficacia.

La procedura operativa prevedrà la messa in opera a tampone o a pennello e previo riscaldamento in bagno d'acqua a 30-40 °C di un principio enzimatico (lipasi, proteasi o amilasi scelto in base alla sostanza da rimuovere) supportato da un gel acquoso a pH noto e costante (ad es. idrossi metil-propil cellulosa). Trascorsi alcuni minuti si procederà alla rimozione a secco, la superficie dovrà essere lavata con una prima soluzione acquosa di tensioattivo (ad es. bile bovina allo 0,2%, e un tensioattivo non ionico all'1-2% o saliva artificiale allo 0,25%), a questo primo lavaggio ne dovrà seguire un secondo con tampone acquoso e, passate 4-5 ore dal trattamento un terzo lavaggio finale con idrocarburi leggeri (ad es. essenza di petrolio dearomatizzato o white spirit).

Specifiche sui materiali

Gli enzimi principalmente utilizzati sono:

proteasi capace di scindere le molecole proteiche idrolizzando i legami peptidici si rivela efficace per la rimozione di macchie dovute a colle e gelatine animali, albumine, casine e uovo. Si può trovare nelle versioni stabilizzata, con pH acido (pH circa 5) o con pH

alcalino (pH circa 8,4) per la rimozione controllata di sostanze proteiche anche su supporti delicati come gli affreschi;

lipasi (pH circa 8,4) in grado di sciogliere i grassi catalizzando l'idrolisi dei trigliceridi, si rivela efficace per la rimozione di sostanze grasse, pellicole a base di oli essiccativi, vernici oleoresinose, cere e resine sintetiche come esteri acrilici e vinilici;

amilasi (pH circa 7,2) idrolizza i legami glucosidici di polisaccaridi quali amido, cellulosa, gomme vegetali;

saliva artificiale, prodotto a base di mucina per la pulitura pittorica superficiale, è particolarmente efficace se impiegata come lavaggio intermedio dopo la pulitura con enzimi o con saponi resinosi.

Pulitura mediante impacco biologico

Sono impasti da utilizzare su manufatti lapidei delicati o particolarmente decoesi, posti all'esterno, su quali non sarà possibile eseguire puliture a base di acqua nebulizzata senza arrecare ulteriori danni. Di norma vengono utilizzati per estrarre i sali solubili penetrati, per cause diverse, all'interno del materiale lapideo. I suddetti impacchi dovranno essere a base di argille assorbenti (sepiolite), contenenti prodotti a base ureica così composti:

1000 cc di acqua deionizzata;

50 g di urea $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$;

20 cc di glicerina $(\text{CH}_2\text{OH})_2\text{CHOH}$.

Il fango che si otterrà dovrà essere steso in spessori di almeno 2 cm da coprire con fogli di polietilene, a fine trattamento, se non diversamente specificato dalla DL, e si applicherà un fungicida per prevenire eventuali aggressioni microbiologiche. I tempi di applicazione saranno stabiliti dall'operatore sotto il controllo del *Direttore dei lavori* in base a precedenti prove e campionature.

Avvertenze

Nel caso di materiali coperti da efflorescenze, prima dell'applicazione degli impacchi queste andranno asportate meccanicamente con spazzole morbide.

8. Pulitura mediante apparecchi aeroabrasivi (sistema Jos e Rotec)

La pulitura mediante apparecchi aeroabrasivi potrà essere impiegata al fine di rimuovere dalle superfici lapidee particolato atmosferico, incrostazioni calcaree, croste nere, graffiti, alghe, muschi e licheni. Un metodo di pulitura aeroabrasiva è il sistema Jos che, sfruttando una spirale di tipo elicoidale a bassissima pressione (0,1–1 bar) consentirà di operare interventi di pulitura, sia a secco (utilizzando aria e inerti di varia granulometria) che ad umido (impiegando aria, inerti e bassi quantitativi di acqua che variano da 5-60 l/h in base al tipo di ugello utilizzato e allo sporco da rimuovere). Questo sistema potrà essere utilizzato per la pulitura di ogni tipo di pietra naturale, granito, arenarie, marmo e travertino. La scelta degli inerti verrà fatta in base al tipo ed alla consistenza della sostanza patogena da asportare, in ogni caso si tratterà sempre di sostanze neutre non tossiche con granulometria di pochi micron (da 5 a 300 μm) e con durezza che potrà variare da 1-4 Mohs utilizzate, talvolta, con spigoli arrotondati, così che si possano ovviare a fenomeni di microfratture, forti abrasioni o modificazioni delle alterazioni del materiale lapideo. Tra gli inerti più adatti al caso troveremo: il carbonato di calcio,

bianco di Spagna, gusci di noce, noccioli, polvere di vetro, granturco macinato, pula di riso. Si procederà con la proiezione a vortice elicoidale degli inerti che colpiranno la superficie seguendo più angoli d'incidenza secondo direzioni subtangenziali. La distanza che dovrà intercorrere tra l'elemento di immissione (ugello) e il materiale varierà normalmente tra i 35 cm e i 45 cm. Il sistema Jos eviterà l'insorgenza di un'azione abrasiva sul materiale, poiché la pressione dell'aria compressa diminuirà approssimativamente in proporzione al quadrato della distanza dall'ugello, mentre la rotazione rimarrà inalterata.

Per superfici molto porose, o molto deteriorate, sarà indicato il sistema Jos a secco applicato ad una distanza dal supporto di circa 40-45 cm con una pressione di impatto non superiore all'1,5 bar; se dovranno essere pulite superfici di marmo, granito e travertino si utilizzerà carbonato di calcio come inerte (in grani da 300 μ m di diametro emessi da una distanza di circa 30-40 cm con pressione dell'impianto pari a 2 bar in modo che l'impatto sulla pietra sia pari a 0,4-0,5 bar).

Il sistema Jos a umido sarà impiegato per la pulitura di superfici non eccessivamente porose, così da evitare l'insorgenza di fenomeni di degrado legati all'infiltrazione in profondità dell'acqua. Si utilizzerà acqua lievemente dura per la pulitura di calcarei teneri, acqua dolce sarà utilizzata per la pulitura di pietre silicee mentre, per rocce silicatiche e graniti, s'impiegherà acqua deionizzata. In ogni caso il consumo di acqua sarà in relazione al tipo e alle dimensioni dell'ugello utilizzato (per ogni 2 m² di superficie pulita: ugello piccolo 1 l, ugello standard 6 l); occorrerà sempre procedere con estrema cautela e previa analisi delle caratteristiche intrinseche della pietra da trattare in modo da evitare interventi troppo aggressivi che potrebbero implicare sia l'erosione del materiale sia un'eccessiva, quanto dannosa, impregnazione di acqua.

In alternativa al sistema Jos si potrà ricorrere al sistema Rotec caratterizzato da un mini vortice rotante. Particolarmente adatto per puliture di manufatti delicati (sculture, rilievi, ceramiche ecc.) potrà essere utilizzato a secco, a nebulizzazione (l'ugello erogherà 0,5 l/h di acqua) o a umido (l'ugello erogherà da 1 a 3 l/h di acqua). L'inerte e l'ugello sono, anche in questo caso come per il sistema Jos, regolabili (la pressione d'impatto sul materiale non supera lo 0,2-0,4 bar).

9. Pulitura mediante sabbiatura controllata

La sabbiatura controllata prevedrà, mediante l'impiego di macchine sabbiatrici, la rimozione di depositi spessi coerenti ed aderenti alla superficie ricorrendo a polveri abrasive sospese in un getto d'aria compressa diretto sulla superficie per mezzo di una lancia metallica. Sarà opportuno evitare l'utilizzo di macchinari che non consentiranno una bassa pressione d'esercizio, in special modo su superfici particolarmente degradate. I materiali lapidei sui quali si potrà applicare questo sistema di pulitura dovranno, infatti, presentare uno stato conservativo relativamente buono, dovranno essere sufficientemente compatti, così da poter resistere all'azione abrasiva. La sabbiatura controllata potrà essere applicata su materiali di natura carbonatica e silicatica e, con le dovute precauzioni, in tutte quelle circostanze per le quali non sarà consentito ricorrere a tecniche che comportino l'impiego di acqua (ad esempio in presenza di murature particolarmente umide); per quanto concerne le pietre calcaree tenere sarà opportuno

procedere con estrema cautela poiché l'intervento potrebbe alterare la natura del materiale, mentre si sconsiglierebbe la sabbiatura su pietre molto porose visto che l'inerte impiegato potrebbe ristagnare all'interno del materiale.

Al fine di garantire la riuscita dell'intervento, sarà opportuno effettuare analisi e prove su materiale campione in modo da calibrare bene i termini dell'operazione così da poter ovviare irreversibili inconvenienti come l'insorgenza di scalfitture, abrasioni sulla superficie o distacchi localizzati di materiale. Le prove sul campione di materiale dovranno consentire di bilanciare tutti i fattori che incideranno sull'operazione come: la tipologia e la quantità del materiale abrasivo da impiegare, la pressione del getto, il tipo di ugello, la distanza che dovrà intercorrere tra ugello e superficie, il rapporto aria-abrasivo ed i tempi di applicazione. La sabbiatura dovrà evitare il coinvolgimento delle parti di materiale sane presenti sotto le incrostazioni. L'inerte scelto dovrà essere una polvere chimicamente neutra (polveri vegetali o abrasivi minerali) di dimensioni ridotte e preferibilmente di forma arrotondata, come ad esempio: frammenti minutissimi di noccioli di frutta (albicocca), sabbie di fiume setacciate, ossidi di alluminio, polveri finissime di silicati naturali ecc.. La granulometria potrà variare tra i valori minimi di 10-25 µm e i valori massimi di 40-60 µm in relazione alla consistenza del materiale e al tipo di sporco da asportare. Al fine di riuscire a non danneggiare la superficie durante le operazioni di sabbiatura sarà opportuno variare la granulometria e tipologia dell'inerte (dimensione, forma e peso specifico) per fasi successive, soprattutto dopo l'asportazione dei depositi più consistenti prima di procedere alla finitura della superficie. La pressione del getto non dovrà mai superare i 5 bar considerato che con tale forza di impatto sarà possibile asportare depositi di spessore variabile tra 1-2 mm. L'operazione di sabbiatura dovrà comunque arrestarsi se durante l'intervento si riscontreranno: parti localizzate di materiali dove i depositi risulteranno particolarmente coesi tra loro, residui di trattamenti antichi e pellicole di ossalato. In ognuno di questi casi la pulitura si limiterà ad alleggerire i depositi e non ad asportarli, visto che una prolungata insistenza potrebbe provocare il distacco del materiale.

Avvertenze

Questo tipo di pulitura comporta variazioni morfologiche superficiali in funzione della destrezza dell'operatore, della scelta della polvere abrasiva in rapporto alla pressione di uscita e delle condizioni conservative del manufatto. La superficie pulita con sabbiatura si presenterà maggiormente assorbente e "sbiancata".

10. Pulitura a secco con spugne wishab

Questo tipo di pulitura potrà essere eseguita su superfici perfettamente asciutte e non friabili, sarà utilizzata per asportare depositi superficiali relativamente coerenti ed aderenti alla superficie d'apparecchi in pietra, soffitti lignei, affreschi, pitture murali, carte da parati ecc. mediante l'utilizzo di particolari spugne costituite da due parti:

una massa di consistenza più o meno morbida e spugnosa (secondo del tipo prescelto), di colore giallo;

una supportata da una base rigida di colore blu.

L'utilizzo di queste spugne consentirà di asportare, oltre ai normali depositi di polvere, il nero di fumo causato da candele d'altari e da incensi mentre non sarà particolarmente

adatto per rimuovere un tipo di sporco persistente (ad es. croste nere) e sostanze penetrate troppo in profondità.

La massa spugnosa è esente da ogni tipo di sostanza dannosa, presenta un pH neutro e contiene saktis (sorta di linosina), lattice sintetico, olio minerale, prodotti chimici vulcanizzati e gelificanti legati chimicamente. L'intervento di pulitura risulterà estremamente semplice: esercitando una leggera pressione (tale da produrre granuli di impurità) si strofinerà con la spugna la superficie da trattare (con passate omogenee a pressione costante) seguendo sempre la stessa direzione, dall'alto verso il basso, partendo dalle aree più chiare passando, successivamente, a quelle più scure; in questo modo lo sporco e la polvere si legheranno alle particelle di spugna che si sbriciolerà con il procedere dell'operazione senza lasciare rigature, aloni o sbavature di sporco (grazie alla continua formazione di granuli si avrà anche l'auto pulitura della spugna). In presenza di sporco superficiale particolarmente ostinato l'intervento potrà essere ripetuto; a pulitura ultimata si procederà con la spazzolatura, mediante scopinetti in saggina o pennelli e spazzole di nylon a setola morbida, in modo da eliminare i residui del materiale spugnoso.

Attenzione al fatto che in caso di pulitura di superfici dipinte, al fine di evitare l'asportazione del pigmento polveroso e disgregato oppure di quelli più deboli (azzurri, verdi, tinte scure) sarà consigliabile operare, prima della procedura di pulitura, un sistematico intervento di preconsolidamento.

11. Pulitura Laser

L'apparecchiatura selettiva Laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) ad alta precisione è utile per asportare depositi carbogessosi da marmi e da materiali di colore chiaro, oltre che depositi e patine superficiali da legno, bronzo, terracotte ed intonaci. Nel meccanismo di rimozione, da parte del laser, delle sostanze estranee dalle superfici intervengono più meccanismi in funzione d'altrettante condizioni operative scelte. In buona sostanza si tratta di automatismi che prevedono un assorbimento selettivo dell'energia dell'impulso laser da parte dei degradi superficiali di colore scuro, con una successiva evaporazione di materia e con la rottura dei legami chimici: questo si tradurrà in una distruzione delle molecole che formano i depositi ed in una conseguente loro rimozione. Il piano interessato viene colpito dal raggio per spessori di pochi micron; il substrato sottostante non viene intaccato in quanto, normalmente, esprime un coefficiente di assorbimento più basso (la superficie chiara, riportata alla luce riflette il raggio laser interrompendo il funzionamento dell'apparecchio e in tal modo non si surriscalda). Il laser offre l'opportunità di rispettare integralmente la patina di materiali grazie alla sua assoluta selettività; può, infatti, asportare anche solo pochi micron. Altri fattori a favore di questa tecnica sono l'assoluta mancanza di additivi chimici, che potrebbero, in qualche modo, aggredire la pietra e la possibilità di intervenire (senza effettuare preconsolidamento) anche su elementi particolarmente decoesi o preventivamente trattati con resine sintetiche o altre sostanze consolidanti e protettive.

I parametri che dovranno necessariamente, essere calibrati dall'operatore, in accordo con il *Direttore dei lavori*, prima dell'inizio della procedura di pulitura sono:

- lunghezza d'onda;
- regolazione dell'emissione di energia in rapporto alla lunghezza d'onda scelta;
- modulazione della frequenza di emissione dell'impulso graduabile in termini di colpi al secondo;
- focalizzazione del raggio sulla superficie del manufatto da pulire.

Una volta calibrati i parametri dell'apparecchiatura laser, la maggiore o minore focalizzazione sul supporto, permetterà l'aumento o la diminuzione della densità di energia sulla superficie e di conseguenza sarà regolato l'effetto ablativo. Il sistema di regolazione permetterà, pertanto il controllo della pulitura laser e la calibrazione della forza del metodo in funzione dei depositi da eliminare e dello stato di conservazione della superficie che dovrà essere pulita. La scelta di una durata molto breve dell'impulso (inferiore a 8 ns) eviterà le "bruciature" superficiali e limiterà notevolmente l'ingiallimento della superficie, questo ultimo fenomeno potrà essere in ogni caso risolto mediante blando lavaggio con spugna o tampone imbevuto di acqua distillata.

In funzione dei risultati preliminari forniti dai test-campione di pulitura, l'operatore, in accordo con il *Direttore dei lavori* sceglierà il livello di densità di energia ottimale con il quale si condurrà in quella specifica area l'operazione di pulitura. In questo modo sarà possibile operare progressivamente e controllare precisamente la rimozione dei depositi fino alla superficie del manufatto.

In fase operativa, dovranno essere attentamente verificati i tempi di esposizione, la lunghezza d'onda e l'energia di impulso del laser utilizzato; risulta pertanto importante effettuare un'appropriata selezione delle condizioni di lavoro in riferimento al substrato, al tipo di materiale lapideo ed al tipo di deposito coinvolti nei singoli casi di pulitura. Dovranno, quindi, essere eseguite analisi conoscitive preliminari, oltre che del supporto, anche del deposito, oltre ad una serie di saggi di pulitura identificando eventuali porzioni pigmentate. Nell'usare questa tecnica è consigliabile bagnare preventivamente la superficie oggetto di intervento sia per esaltare le parti scure e di conseguenza amplificare l'assorbimento della radiazione facilitando l'asportazione dello sporco, sia per attenuare la grande quantità di residui carboniosi e fumi (dannosi per l'operatore) che si producono in una operazione di questo tipo.

Avvertenze

L'apparecchiatura dovrà essere esclusivamente utilizzata da personale altamente specializzato in grado di valutare attentamente i risultati ottenuti, eventualmente variando di volta in volta i parametri esecutivi ed applicativi (lunghezza d'onda, durata, ripetizione degli impulsi, energia del flusso, sezione trasversale, convergenza del fascio).

Dispositivi di sicurezza

I sistemi minimi di sicurezza per operare con strumenti laser saranno:

la zona di lavoro trattata con il laser dovrà essere segnalata da apposito segno grafico;

l'operatore e le persone eventualmente presenti all'interno dell'area di lavoro con il laser dovranno indossare occhiali speciali di protezione muniti di lenti ad alta densità ottica, capaci di schermare la radiazione infrarossa di 1064 μm di lunghezza d'onda;

al di fuori dei periodi di utilizzo lo strumento laser dovrà essere tenuto spento e l'accesso alle apparecchiature dovrà essere controllato.

Art. 90 Integrazioni

Premessa metodologica

Le operazioni di integrazioni comprendono tutta una serie di interventi che hanno come fine ultimo quello di ripristinare le mancanze più o meno consistenti, rintracciabili in un manufatto riconducibili a svariati motivi tra i quali: naturale invecchiamento dei materiali, mancata manutenzione, sollecitazioni meccaniche, decoesioni superficiali, interventi restaurativi antecedenti ecc. Indipendentemente dalle scelte metodologiche adottate, a prescindere che l'obiettivo prefisso sia il mantenimento dello stato di fatto o il ripristino finalizzato a restituire l'efficienza tecnica, attribuire alla mancanza un valore storico-stratigrafico, se da un lato può rappresentare un atteggiamento estremamente rispettoso nei riguardi dell'entità materica ed estetica del manufatto, dall'altro limita le operazioni tecniche indirizzate alla conservazione ovvero, al recupero di quei requisiti di integrità strutturale che, venuti a mancare, possono incrementare l'innescarsi dei fenomeni degradanti.

Le operazioni di ripristino dovranno, per questo, essere pianificate puntualmente cercando, dove sarà possibile, di ponderare sia l'aspetto tecnico che quello conservativo in modo da tenere in debito conto i limiti imposti dalla valenza storica intrinseca del manufatto e, allo stesso tempo, riuscire a restituire l'efficienza strutturale e/o di esercizio venuta meno. Gli accorgimenti utilizzati, in molti casi, al fine di distinguere la preesistenza dall'aggiunta (ad. es., diversificare la lavorazione superficiale della parte nuova rispetto all'originale, riprodurre le parti mancanti ricorrendo a materiali compatibili ma diversi, ripristinare le superfici in leggero sottosquadro o soprasquadro, segnalare il nuovo mediante marchi ecc.) se attuati, dovranno essere realizzati con estrema cura e sensibilità da parte del Tecnico in modo che il risultato finale, pur essendo coerente e rispettoso dello stato di fatto, non sia tale da tradursi in una visione paradossale dove la varietà di integrazioni visivamente rintracciabili fanno perdere la valenza figurativa d'insieme e l'unità formale intrinseca del manufatto.

Materiali lapidei, naturali e artificiali.

1. Generalità

Prima di mettere in pratica i protocolli di stuccatura, integrazione ed aggiunte sui materiali lapidei sarà opportuno seguire delle operazioni preliminari indirizzate alla conoscenza del materiale oggetto di intervento (pietra arenaria, calcarea, travertini, tufi ecc.). L'adesione tra la superficie originale e quella d'apporto sarà in funzione della scrupolosa preparazione del supporto, operazione alla quale si dovrà porre molta attenzione dal momento che si rileverà fondamentale per assicurare l'efficacia e la durabilità dell'intervento di "stuccatura-integrazione". Le modalità con cui si eseguiranno questo tipo di operazioni saranno correlate alle caratteristiche morfologiche del materiale da integrare (pietra, laterizio, intonaco ecc.) e alla percentuale delle lesioni, oltre che dalla loro profondità ed estensione

Verifiche preliminari

Prima di eseguire qualsiasi operazione sarà necessario procedere alla verifica del quadro fessurativo così da identificare eventuali lesioni "dinamiche" (che potranno essere

dovute a svariati motivi tra i quali assestamenti strutturali non ancora terminati, dilatazioni termiche interne al materiale o fra materiali diversi ecc.); in tal caso non si potrà procedere semplicemente alla stuccatura della fessurazione ma si dovranno identificare e risolvere le cause a monte che hanno procurato tale dissesto. L'intervento di stuccatura ed integrazione sarà lecito solo su fessurazioni oramai stabilizzate (lesione statica).

Asportazione di parti non compatibili

Si procederà, seguendo le indicazioni del Direttore dei lavori, all'ablazione puntuale tramite scopini (di saggina), spatole, cazzuolini, mazzetta e scalpello di piccole dimensioni, martelline, vibroincisori ecc., di tutte le parti non compatibili con il supporto (legno, ferro, malte erose o gravemente degradate ecc.), ovvero stuccature od integrazioni realizzate con malte troppo crude (cementizie) in grado di creare col tempo stress meccanici.

L'operazione dovrà avvenire con la massima cura evitando accuratamente di non intaccare il manufatto originale.

Pulitura della superficie

Ciclo di pulitura con acqua deionizzata e successiva spazzolatura (o con altra tecnica indicata negli elaborati di progetto) della superficie da trattare allo scopo di rimuovere sporco, polveri, oli, scorie e qualsiasi altra sostanza estranea al materiale lapideo. Tutte le operazioni di pulitura dovranno tendere a lasciare l'interno della lesione o del giunto privo di detriti o patine, ma con la superficie scabra, così da favorire un idoneo contatto con malta da ripristino. Nel caso in cui la superficie, oggetto di intervento, si dovesse presentare con efflorescenze saline od altre patologie derivate dalla presenza di sali si renderà indispensabile procedere alla desalinazione della muratura utilizzando metodi e tecniche dettate dal *Direttore dei lavori* (ad es. impacchi di polpa di cellulosa imbevuti in acqua deionizzata). Lo stesso criterio sarà utilizzato se l'apparecchio murario risultasse affetto da umidità di risalita capillare od ancora dovesse presentare muschi, licheni o vegetazione superiore infestante: prima di qualsiasi intervento d'integrazione si dovrà procedere alla bonifica della muratura.

Per specifiche sulle tecniche di pulitura, desalinazione, bonifica o deumidificazione si rimanda a quanto esposto agli articoli specifici.

Specifiche sulle stuccature

Saranno da evitare le stuccature a base di cementi tradizionali, perché questi potranno cedere ioni alcalini e solfati che potrebbero portare alla formazione di sali solubili dannosi per il materiale lapideo. Inoltre, gli impasti a base di cemento sono, spesso, meno porosi di molti materiali lapidei, cosicché, se si verificasse un movimento d'acqua all'interno di una struttura, la sua evaporazione e la conseguente cristallizzazione dei sali presenti potrebbe avvenire a carico delle parti più porose e non delle stuccature. Infine, le differenze di dilatazione termica fra pietra e cemento potrebbero provocare fessurazioni o danni di tipo meccanico (estratto dalla Raccomandazione NorMaL n. 20/85).

Avvertenze

Sarà vietato effettuare qualsiasi procedura di stuccatura, integrazione o, più in generale, utilizzo di prodotti, anche se prescritti negli elaborati di progetto, senza la preventiva

esecuzione di campionature pre-intervento eseguite sotto il controllo del *Direttore dei lavori*. Ogni campione dovrà, necessariamente essere catalogato ed etichettato, su ogni etichetta dovranno essere riportati la data di esecuzione, il tipo di prodotto e/o le percentuali dell'impasto utilizzato, gli eventuali solventi e di conseguenza il tipo di diluizione o di concentrazione utilizzati, le modalità ed i tempi di applicazione.

2. Stuccatura-integrazione di elementi in laterizio

L'intervento si rivolge agli apparecchi "faccia vista" in laterizio e avrà come obiettivo quello di mettere in sicurezza i frammenti in cui si sono suddivisi i laterizi, integrare le eventuali lacune (dovute alla disgregazione, erosione, alveolizzazione del materiale) e, allo stesso tempo, difendere l'apparecchio dagli agenti atmosferici. Sarà un'operazione, sia di consolidamento che di protezione, che dovrà essere, necessariamente, estesa anche alle più piccole lesioni e fratture del mattone, affinché la superficie non abbia soluzioni di continuità e possa, così, opporre alla pioggia ed agli agenti aggressivi ed inquinanti, un corpo solido e compatto.

Prima esecuzione delle operazioni preliminari di preparazione (asportazione parti non consistenti e lavaggio della superficie) ed abbondante bagnatura con acqua deionizzata della superficie oggetto d'intervento, si effettuerà l'applicazione dell'impasto in strati separati e successivi secondo la profondità della lacuna da riempire, al fine di evitare spaccature e lesioni durante la stagionatura e successivi rischi di distacco. L'impasto della malta sarà effettuato seguendo le indicazioni di progetto; in assenza di queste si potrà utilizzare uno stucco a base di grassello di calce (10 parti) caricato con tre parti di polvere di cocciopesto (30 parti); in alternativa il cocchio pesto potrà essere sostituito per metà, o del tutto, con pozzolana (rapporto legante-inerte 1:3); questo impasto potrà, eventualmente, essere "aiutato" con una parte di resina acrilica in emulsione al 10% in acqua con funzione di fluidificante (quantità inferiore al 2%). La stuccatura sarà effettuata utilizzando cazzuolini, cucchiaretto o piccole spatole tipo quelle a foglia d'olivo evitando con cura di intaccare le superfici non interessate (sia con la malta, sia con gli attrezzi); a tal fine potrà essere conveniente schermare le superfici limitrofe utilizzando nastro di carta, o altro sistema idoneo. Con la spatola si dovrà dare forma alla porzione mancante del mattone costipando il materiale al fine di eliminare sia l'acqua in eccesso, sia di migliorare la compattezza e l'aderenza alla parte sana del laterizio oggetto di intervento.

Dovranno essere effettuate miscele di prova, delle quali si trascriveranno le proporzioni e si prepareranno dei piccoli campioni di malta, così da poterli avvicinare alla superficie da stuccare per la verifica del tono finale. Nel realizzare i provini delle malte bisognerà tener conto di eseguirli molto tempo prima per confrontare i colori dopo la presa e la naturale stagionatura.

In presenza di lievi fessure ovvero sacche intergranulari nel mattone, si potrà ricorrere ad applicare a pennello o mediante iniezioni una boiaccia (miscelata con l'ausilio di frusta da zabaione) simile a quella descritta precedentemente, ma con un rapporto legante-inerte di 1:1 (1000 parti di acqua; 100 parti calce idraulica naturale NHL 2; 100 parti cocciopesto o pozzolana; 10 parti di resina acrilica in emulsione; 1 parte di gluconato di sodio); le cariche saranno superventilate (granulazioni inferiori ai 60 µm). Al fine di

favorire l'efficacia dell'assorbimento, in special modo per le iniezioni, si renderà necessario un pre-trattamento della cavità con acqua ed alcool denaturato con l'eventuale aggiunta di dispersione acrilica al 10%.

Specifiche sul grassello

Si dovrà cercare di evitare la consuetudine di realizzare grassello semplicemente aggiungendo un'adeguata quantità d'acqua (circa il 20%) alla calce idrata. Così facendo si otterrà un grassello in appena 24 ore ma sarà un prodotto scadente; pertanto, risulterà opportuno utilizzare grassello di calce spenta da almeno dodici mesi al fine di diminuire la possibilità che restino grumi di calce non spenta nella malta.

Eventuale inserimento di armatura

Nel caso in cui si dovesse operare in cospetto di parti mancanti consistenti si renderà necessario "armare" la stuccature con rete metallica elettrosaldata a doppia zincatura a maglia stretta (per es., filo 1 2 mm, maglia 10x10 mm) e/o con perni filettati di acciaio inossidabile (ad es. 2-3 1 4 mm), preferibilmente di tipo austenitico, della serie AISI 300L (314L o 316L), che presenterà anche buone doti di piegabilità, opportunamente sagomati allo scopo di migliorare l'aderenza al supporto della malta da ripristino. Si eseguiranno i fori per l'inserimento dei perni con trapano a sola rotazione a bassa velocità dopodiché, previa aspirazione degli eventuali detriti con pera di gomma ed iniezione di acqua deionizzata ed alcool, (rapporto 5:1 in volume) si inserirà il perno. In questa operazione si dovrà ricorrere ad ogni accortezza al fine di evitare danni o rotture ai manufatti.

I perni dovranno essere annegati in particolari malte a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 e pozzolana superventilata, rapporto 1:2, con l'eventuale aggiunta di gluconato di sodio (per migliorare la fluidità) ed, eventualmente, di cemento bianco (per aumentare le proprietà meccaniche). In alternativa si potranno utilizzare collanti a base di resine epossidiche a bassa viscosità, esenti da solventi, polimerizzabili a temperatura ambiente ed in presenza di umidità. In ogni caso si utilizzerà un impasto di adeguata tissotropicità o fluidità in relazione alla dimensione e caratteristiche degli elementi da far riaderire.

Specifiche sui perni

Dovrà essere evitato l'uso di metalli facilmente ossidabili come il ferro, il rame e le sue leghe, mentre potranno essere utilizzati con tutta tranquillità perni in titanio o in acciaio inossidabile o, se l'integrazione interessa parti non sottoposte a particolari sollecitazioni meccaniche, barre in vetroresina. Il perno dovrà possedere buona stabilità chimica e coefficiente di dilatazione termica lineare il più possibile vicino a quello dei materiali da ripristinare.

Trattamento finale

A presa avvenuta la superficie stuccata dovrà essere trattata con spugna inumidita (esercitando una leggera pressione) con il risultato di arrotondare gli spigoli, compattare lo stucco e, nello stesso tempo, rendere scabra la superficie rendendola simile ai mattoni limitrofi. Allo scopo di rendere l'integrazione non troppo discordante dagli elementi originali, si può trattare la superficie con una patinatura di polvere di pozzolana (per maggiori dettagli si rimanda alla procedura specifica).

3. Stuccatura di elementi lapidei

Lo scopo dell'intervento sarà quello di colmare le lacune e le discontinuità (parziale mancanza di giunti di malta, fratturazione del concio di pietra ecc.) presenti sulla superficie della pietra (qualsiasi sia la loro origine) così da "unificare" la superficie ed offrire agli agenti di degrado (inquinanti atmosferici chimici e biologici, nonché infiltrazioni di acqua) un'adeguata resistenza.

Previa esecuzione delle operazioni preliminari di preparazione (asportazione di parti non consistenti e lavaggio della superficie) e bagnatura con acqua deionizzata, si effettuerà l'applicazione dell'impasto in strati separati e successivi secondo la profondità della lacuna da riempire: per le parti più arretrate sarà consigliabile utilizzare una malta a base di calce idraulica naturale NHL 2 a basso contenuto di sali composta seguendo le indicazioni di progetto e la tipologia di lapideo (ad es. si utilizzeranno, preferibilmente, delle cariche pozzolaniche su materiali di natura vulcanica e degli inerti calcarei se si opererà su pietre calcaree); in assenza di queste si potrà utilizzare, un impasto caricato con una parte di sabbia silicea lavata (granulometria costituita da granuli del diametro di circa 0,10-0,30 mm per un 25%, di 0,50-1,00 mm per un 30% e di 1,00-2,00 mm per il restante 45%) ed una parte di cocchiopesto; in alternativa al cocchiopesto si potrà utilizzare pozzolana ventilata (rapporto legante-inerte 1:3). La stuccatura si eseguirà utilizzando piccole spatole a foglia o cazzuolini, evitando con cura di intaccare le superfici non interessate (sia con la malta sia con gli attrezzi); si potranno, eventualmente, mascherare le superfici limitrofe utilizzando nastro di carta. Nel caso occorra preparare una malta particolarmente resistente a compressione si potrà ricorrere all'utilizzo di piccole quantità di cemento bianco esente da gesso e sali solubili; le eventuali quantità dovranno essere limitate in quanto il cemento bianco presenta notevoli ritiri in fase di presa (un sovradosaggio porterebbe a delle malte di eccessiva durezza, ritiro e scarsa permeabilità al vapore acqueo).

La stuccatura di superficie sarà eseguita con grassello di calce (sarà necessario utilizzare grassello ben stagionato, minimo 12 mesi; se non si avrà certezza sulla stagionatura si potrà aggiungere un minimo quantitativo di resina acrilica in emulsione); la carica dell'impasto sarà di pietra macinata (meglio se triturrata a mano così da avere una granulometria simile a quella del materiale originale); verrà, preferibilmente, utilizzata la polvere della pietra stessa o, in mancanza di questa, un materiale lapideo di tipologia uguale a quella del manufatto in questione in modo da ottenere un impasto simile per colore e luminosità; potranno essere utilizzate anche polveri di cocchiopesto, sabbie silicee ventilate, pozzolana, o carbonato di calcio: rapporto tra legante-inerte di 1:3 (per es. 1 parte grassello di calce; 1 parte pietra macinata; 2 parti di polvere di marmo fine).

Sarà consigliabile tenere l'impasto dello stucco piuttosto asciutto in modo da favorire la pulitura dei lembi della fessura. In alternativa si potranno effettuare stuccature di superficie invisibili utilizzando idoneo stucco costituito da elastomeri fluorurati e polvere della stessa pietra o altra carica con caratteristiche e granulometria simile (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto all'articolo sul fissaggio e riadesione di elementi sconnessi e distaccati).

Specifiche sulla stuccatura

La scelta di operare la stuccatura a livello o in leggero sotto-quadro nella misura di qualche

millimetro (così da consentirne la distinguibilità), dovrà rispondere principalmente a criteri conservativi; sovente, infatti, le integrazioni sottolivello creano percorsi preferenziali per le acque battenti innescando pericolosi processi di degrado. Gli impasti dovranno essere concepiti per esprimere in opera valori di resistenza meccanica e modulo elastico inferiori a quelli del supporto, pur rimanendo con ordini di grandezza non eccessivamente lontani da quelli del litotipo.

Additivi organici

Le malte utilizzate potranno essere caricate, se le disposizioni di progetto lo prevedono, con additivi organici (in quantità inferiore al 2-5%), quali: resine acriliche in emulsione al 10% in acqua con funzione di fluidificante, o, nel caso d'utilizzo con calce aerea, di colloidale protettore che tende a trattenere l'acqua, così da non far "bruciare" prematuramente la pasta da stucco. Qualora, invece, venga richiesta alla malta una forte adesività strutturale (ad es. per stuccature profonde non esposte ai raggi UV) ed un'alta resistenza meccanica sarà più opportuno impiegare resine termoindurenti come quelle epossidiche. In ogni caso, salvo diverse disposizioni del Direttore dei lavori, il rapporto legante-additivo sarà generalmente 10:1.

Colore stuccatura

Al fine di rendere possibile un'adeguata lettura cromatica si potrà "aiutare" il colore dell'impasto additivandolo con terre colorate e pigmenti (massimo 5% di pigmenti minerali o 10% di terre). Il colore della pietra si raggiungerà amalgamando, a secco, le cariche fino ad ottenere il tono esatto ma più scuro per bilanciare il successivo schiarimento che si produrrà aggiungendo la calce. Effettuate le miscele di prova si dovranno, necessariamente, trascrivere le proporzioni e preparare dei piccoli campioni di malta su mattone o lastra di pietra, così da poterli avvicinare alla superficie da stuccare per la verifica del tono finale. Per tutte quelle stuccature che interesseranno porzioni di muro vaste potrà essere preferibile ottenere una risoluzione cromatica in leggera difformità con la pietra originale.

Trattamento finale

A presa avvenuta, al fine di ottenere una stuccatura opaca, la superficie interessata verrà lavata e/o tamponata (esercitando una leggera pressione) con spugna inumidita di acqua deionizzata, così da compattare lo stucco, far emergere la cromia della punteggiatura ed eliminare eventuali residui di malta.

4. *Risarcimento - Stilatura giunti di malta*

L'intervento prevede l'integrazione delle porzioni di malta mancanti e sarà eseguito mediante impasti a base di calce con i requisiti di resistenza simili a quelli del materiale originale e con caratteristiche fisiche (tessitura, grana, colore ecc.) simili o discordanti in relazione alle disposizioni di progetto. Lo scopo della rabboccatura sarà quello di preservare le cortine murarie da possibili fenomeni di degradazione e di restituire continuità alla tessitura, al fine di evitare infiltrazioni od attacchi di vegetazione infestante, accrescendone le proprietà statiche.

L'operazione di stilatura dovrà essere evitata (previa rimozione) su manufatti saturi di sali, in particolare in presenza di estese efflorescenze saline, ovvero di muffe, polveri o parti non solidali che potrebbero impedire la solidificazione della malta tra gli elementi.

Previa esecuzione delle verifiche e delle operazioni preliminari (asportazione parti non consistenti e lavaggio della superficie) la procedura prevede l'abbondante bagnatura con acqua pulita (specialmente se il substrato è particolarmente poroso) del giunto, così da garantire alla malta originale ed alle superfici limitrofe l'utile saturazione, basilare per evitare che si verifichi l'assorbimento del liquido dalla nuova malta compromettendone la presa. Una volta inumidito il giunto si effettuerà l'applicazione dell'impasto in strati successivi secondo la profondità e la lunghezza della lacuna da riempire. Per l'impasto, seguendo le disposizioni di progetto, si potranno utilizzare appositi formulati costituiti da calce idraulica, grassello di calce, sabbie od altri aggregati minerali di granulometria nota; per le parti più arretrate sarà opportuno utilizzare un impasto a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 (ottenuta per calcinazione a bassa temperatura, esente da sali solubili, con un'ottima permeabilità al vapore) e sabbia di fiume vagliata (granulometria 0,5-1,5 mm). In alternativa alla sabbia si potranno utilizzare altre cariche quali pozzolana o cocchiopesto (coccio macinato disidratato ricavato dalla frantumazione d'argilla cotta a basse temperature); in ogni caso il rapporto legante inerte sarà sempre di 1:2.

Questo strato di "fondo" si effettuerà utilizzando cazzuolino, cucchiariotto o una piccola spatola metallica facendo attenzione a non "sporcare" le superfici non interessate. A questo scopo sarà conveniente proteggere, preventivamente, con idonea pellicola protettiva (ad es. nastro di carta adesivo) o con teli di nylon, sia le superfici lapidee o laterizie dei conci che delimitano il giunto d'allettamento, sia gli eventuali serramenti od elementi ornamentali prossimi alla zona d'intervento. Per la stirlatura di finitura si potrà utilizzare un impasto a base di grassello di calce; la carica dell'impasto potrà essere di pietra macinata, sabbia di fiume fine (granulometria 0,5-0,8 mm) o, in caso di apparecchio in laterizi, polvere di cotto macinato: rapporto tra legante-inerte di 1:3. La scelta degli inerti sarà dettata dalle analisi preventive effettuate su materiali campione, e dalla risoluzione cromatica che si vorrà ottenere in sintonia o in difformità con le malte esistenti.

Dopo un periodo di tempo sufficiente a consentire un primo indurimento dell'impasto si provvederà a "stringere" la malta mediante una leggera pressione della mano o della punta della cazzuola, così da compattarla e renderla più solida. Questa operazione andrà ripetuta dopo circa 5-6 ore d'estate e dopo 24 ore d'inverno nell'arco di mezza giornata fino a che il giunto apparirà coeso e senza cretti.

Se gli elaborati di progetto richiederanno un giunto con finitura scabra si potrà intervenire sulla malta della stillatura (appena questa abbia "tirato" ma sia ancora modellabile) "segnandola" con spazzola di saggina o tamponandola con tela di Juta ruvida. Si ricorda che la spazzola non dovrà essere strofinata sulla superficie, ma battuta leggermente, altrimenti si rischierà di danneggiare la rabboccatura. Saranno da evitare spazzole di ferro in quanto si potrebbero danneggiare il giunto ed i supporti limitrofi.

Specifiche

A seconda delle disposizioni di progetto l'operazione di integrazione-risarcitura potrà essere più o meno connotata; si potrà, infatti, eseguire una stillatura dei giunti seguendo il filo esistente oppure eseguirla in leggero sottofilo od, ancora, sfruttando la granulometria ed il colore degli inerti si potrà ottenere un risultato mimetico o di evidente contrasto tra la

vecchia e la nuova malta.

Nel caso in cui il progetto preveda una risarcitura “mimetica” si dovrà porre particolare attenzione nell’individuazione della composizione e colorazione specifica della malta che dovrà accordarsi, mediante la cromia dell’impasto e la granulometria degli aggregati, una volta applicata ed essiccata, alla granulometria delle malte di supporto, considerando le diverse gradazioni cromatiche e caratteristiche tessiturali presenti nell’apparecchio murario dovute al diverso orientamento, esposizione agli agenti atmosferici ed alla presenza di materiali diversi.

Trattamento finale

L’operazione di stuccatura si completa con spugna ed acqua deionizzata per eliminare i segni della spazzola, far risaltare le dimensioni e la cromia dell’aggregato e per togliere le eventuali cariche distaccate che potrebbero conferire al giunto asciutto un aspetto polverulento.

5. Stuccatura salvabordo lacune di intonaco (bordatura)

In presenza di lacune d’intonaco, nei casi in cui le indicazioni di progetto non prevedano il ripristino del materiale, l’intervento dovrà essere indirizzato alla protezione dei bordi della lacuna mediante una stuccatura che avrà la funzione di ristabilire l’adesione tra lo strato di intonaco e la muratura così da evitare, lungo il perimetro della mancanza, dannose infiltrazioni di acqua meteorica o particellato atmosferico che potrebbero aggravare, nonché aumentare, la dimensione della lacuna nel tempo. L’operazione di stuccatura salvabordo, in particolar modo se realizzata su pareti esterne, dovrà essere eseguita con la massima cura; questo tipo di protezione proprio per la sua configurazione di raccordo tra due superfici non complanari costituirà un punto particolarmente soggetto all’aggressione degli agenti atmosferici (pioggia battente). Le malte adatte per eseguire tale operazione dovranno essere simili ai preparati impiegati per la riadesione degli intonaci distaccati (per maggiori dettagli si rimanda all’articolo specifico sulla riadesione degli intonaci al supporto), in ogni caso, oltre ad evitare l’utilizzo d’impasti con grane e leganti diversi da quelli presenti nell’intonaco rimasto sulla superficie non si dovrà ricorrere né all’uso di malte di sola calce aerea e sabbia (poco resistenti alle sollecitazioni meccaniche), né a malte cementizie (troppo dure e poco confacenti all’uso). Le bordature dovranno essere realizzate con malte compatibili con il supporto, traspirabili (coefficiente di permeabilità $\alpha < 12$) e con buone caratteristiche meccaniche; a tale riguardo si potrà utilizzare un impasto composto da 1 parte di grassello di calce e 0,5 parti di calce idraulica naturale NHL 2 esente da sali solubili; la parte di calce idraulica potrà essere sostituita anche con del cemento bianco. Gli impasti potranno essere caricati con metacaolino o con sabbia silicea vagliata e lavata a granulometria fine (diametro di circa 0,10-0,30 mm per un 40%, di 0,50-1,00 mm per un 60%). La malta dovrà essere facilmente spalmabile in modo da poter definire con precisione l’unione dei lembi, a tale riguardo, per facilitare l’operazione, sarà opportuno ricorrere all’uso di strumenti da stuccatore come, ad esempio, spatolini metallici a foglia di olivo. Prima dell’applicazione della stuccatura la muratura interessata dall’intervento dovrà essere adeguatamente preparata, ovvero dovrà essere pulita, si dovranno rimuovere eventuali sali solubili e fissare i conci sconnessi. In presenza di macchie di umidità, prima di

applicare il salvabordo dovrà essere eliminata la causa ed atteso che la parete sia ben asciutta.

6. Trattamento lacune di intonaco

Il distacco d'interi porzioni (o di più strati tecnici) d'intonaco dalle superfici parietali implicherà delle evidenti discontinuità sull'apparecchio murario e l'inevitabile messa a nudo di parti di muratura che, in questo modo, si troveranno esposte all'aggressione degli agenti atmosferici; l'acqua, infatti, potrà penetrare facilmente all'interno della struttura veicolando agenti inquinanti che favoriranno l'insorgenza di degradi in superficie ed in profondità. Al fine di ovviare a quest'inconveniente, si potrà intervenire proteggendo le porzioni scoperte del muro, ripristinando la parte d'intonaco mancante.

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 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 siano 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 picchiatura, 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 al 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 esageratamente l'acqua presente nell'impasto provocando un eccessivo 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, facendo cura di dosare sapientemente la quantità d'acqua (sarà consigliabile iniziare l'impasto con circa 2/3 della quantità d'acqua necessaria aggiungendo, durante le fasi di lavorazione, la parte rimanente) 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 l (0,012 m³) mentre una carriola avrà una capacità di circa 60, l circa cinque secchi, (0,060 m³). 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 rinzafo (in malta morbida con aggregati a grana grossa 1,5-5 mm) in modo tale da penetrare bene negli interstizi dell'apparecchio a presa avvenuta, previa bagnatura della superficie, si procederà alla stesura dell'arriccio, tramite cazzuola, in strati successivi (1-1,5 cm) fino a raggiungere lo spessore indicato da progetto utilizzando una malta composta da aggregati medi (0,5-1,5 mm); l'ultimo strato di arriccio verrà pareggiato e frattazzato. La finitura, verrà applicata con frattazzo in strati sottili lisciati con frattazzini di spugna, leggermente imbevuti di acqua. In presenza di spessori considerevoli (tra i 6-8 cm) sarà consigliabile realizzare una rincoccatura (per maggiori dettagli si rimanda 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 a presa iniziata quando è 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: 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.

7. Integrazione cromatica

Lo scopo dell'integrazione cromatica sarà quello di colmare le lacune esistenti nella pellicola pittorica che ricoprirà l'intonaco, in modo tale da ripristinare la continuità cromatica e, allo stesso tempo, ristabilire la funzione protettiva propria dello strato pittorico. Prima di procedere al ripristino il supporto dovrà, necessariamente, essere preparato mediante pulitura (ricorrendo alle tecniche in riferimento al tipo di deposito da rimuovere) e successivo consolidamento (o eventuale preconsolidamento laddove si renderà necessario). Sul supporto così preparato si procederà all'integrazione cromatica rispettando la tipologia di tinteggiatura presente sulla parete. I prodotti che si potranno utilizzare, sempre in relazione alla preesistenza, potranno essere: pitture (la pellicola risulterà prevalentemente coprente), vernici (la pellicola anche se colorata risulterà trasparente) e tinte (non formeranno pellicola). Le tecniche pittoriche che più frequentemente si potranno rintracciare sulle superfici intonacate saranno: tinteggiatura alla calce, pittura alla tempera e pitture a base di silicati (per maggiori dettagli si rimanda agli articoli specifici).

8. Integrazione di stucchi e modanature

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

Integrazione 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.

- Operazioni preliminari

La procedura operativa prevedrà, previa accurata asportazione sia di materiale incoerente (polveri e detriti) sia di 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 in genere 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, reoplastica-pennellabile realizzando uno strato continuo di almeno 1 mm (caratteristiche minime: adesione all’armatura $> 2,5 \text{ N/mm}^2$, $\text{pH} > 12$, tempo di lavorabilità a 20°C e 50% U.R. circa 40- 60 min, temperatura limite di applicazione tra $+5^\circ\text{C}$ e $+35^\circ\text{C}$).

- Armatura di sostegno

Ove richiesto da specifiche di progetto o indicazioni del Direttore dei lavori, 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, seguendo le indicazioni di progetto, 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 14 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 (1 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 del 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. Dietro specifica indicazione del Direttore dei lavori si potranno installare perni con l’estremità libera piegata ad uncino o con altra sagoma specifica. In ogni caso le barrette dovranno avere una luce libera pari ad un sotto livello di 1 o 2 cm rispetto alla superficie finale.

In presenza di volumi di notevole oggetto 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, se non diversamente specificato dal Direttore dei lavori, 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. $5 \times 25 \text{ mm}$) 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 (per maggiori specifiche sulla composizione di malta da stuccatura si rimanda agli articoli specifici). 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 cocciopesto 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 cocciopesto; rapporto legante-inerte 1:3). Questo impasto permetterà di applicare strati spessi (massimo 30-40 mm) contenendo la manifestazione di fessurazioni (fermo restando la bagnatura diretta o indiretta, servendosi di teli umidi, delle superfici per più volte al giorno per la durata di una settimana).

- Modellazione con modine

Al fine di ricostruire le modanature delle cornici sarà necessario preparare 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 m di lunghezza.

Specifiche

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

Integrazione bugne di facciata ed anteridi

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 (per maggiori dettagli si rimanda agli articoli specifici).

La procedura seguirà quella enunciata nell'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, (se non diversamente prescritto dagli elaborati di progetto) 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 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.

9. Integrazione, ripristino pavimentazioni

L'intervento di ripristino delle pavimentazioni dovrà, necessariamente, essere preceduto dalle analisi, non invasive, dei fenomeni che hanno provocato patologie di degrado dei materiali oggetto di intervento; pertanto prima di intervenire con i diversi sistemi di stuccatura o protezione sarà appropriato procedere asportando le eventuali sostanze inquinanti (efflorescenze saline, crescite microorganiche, concrezioni ecc.) o più generalmente con un trattamento di pulitura, sgrassatura o deceratura utilizzando la tecnica che si riterrà più idonea al singolo caso, in ragione del tipo di pavimento, del suo stato di conservazione, della natura delle sostanze degradanti e dei risultati delle analisi di laboratorio (per maggiori dettagli sulle tecniche di puliture si rimanda alle procedure specifiche).

Nel caso in cui l'integrazione sia rivolta a fratture ovvero piccole cavità, il protocollo seguirà le procedure indicate per gli elementi lapidei o per quelli lignei ad eccezione di qualche precisazione dovuta alla natura della mancanza (piccola entità sia in termini di estensione sia di profondità). La stuccatura sarà eseguita con materiali in pasta costituiti da un legante di tipo inorganico (ad es. calce idraulica naturale) o, più di frequente, organico (ad es. polimeri sintetici come le resine acriliche) e da una carica (polvere di

legno, caolino, argilla finissima, polvere di marmo ecc.) in ragione del supporto (cotto, pietra, legno ecc.) oggetto d'intervento; se espressamente richiesto dagli elaborati di progetto questi impasti potranno essere additivati (ad es. cariche di gluconato di sodio, pigmenti colorati ecc.) al fine di esaltare ad esempio le caratteristiche di presa, fluidità, antiritiro, resistenza meccanica ecc. (per maggiori dettagli sugli impasti si rimanda a quanto detto agli articoli precedenti).

Previo eventuale sgrassamento delle superfici si applicherà la pasta, della consistenza voluta, sulle parti mancanti adoperando piccole spatole metalliche o bacchette di legno esercitando una modesta pressione al fine di otturare la cavità, in caso di fessure più profonde si potranno eseguire più strati di materiale intervallati tra loro con un tempo di attesa necessario per l'essiccazione. In questo caso, inoltre, si renderà vantaggioso, ai fini di un corretto aggrappaggio tra gli strati, graffiare la superficie di quello sottostante, prima del suo indurimento.

Al fine di eludere il fenomeno del ritiro e di permettere le eventuali successive operazioni di arrotatura, levigatura e lucidatura (soprattutto in presenza di pavimenti in cotto, marmo, marmette colorate in pasta) sarà consigliabile impiegare una quantità di stucco moderatamente eccedente il volume da riempire.

Integrazione con nuovi elementi In caso di elementi non più solidali con il sottofondo (parti mobili o totalmente distaccate) la procedura prevedrà, solo se espressamente indicato dagli elaborati di progetto, il loro cauto smontaggio e la loro pulitura (per le procedure operative riguardanti lo smontaggio del pavimento si rimanda a quanto prescritto nell'articolo specifico) con spazzole di saggina, scopinetti, piccole spatole, tamponi imbevuti di sostanze detergenti o altra tecnica ritenuta idonea dal Direttore dei lavori; in seguito si procederà alla riposa in opera definitiva che dovrà essere eseguita con malta di allettamento il più possibile simile a quella originale. In presenza di vaste zone d'intervento si renderà necessaria la rimozione degli elementi fino all'intera asportazione del massetto costituente il sottofondo.

Il nuovo massetto (a base di calce idraulica naturale NHL 5 e sabbione in rapporto 1:2) dovrà essere lasciato stagionare per il tempo necessario (almeno 7 giorni); le eventuali lesioni che dovessero manifestarsi andranno riempite con boiacca di calce idraulica. Si procederà, successivamente, alla posa in opera degli elementi recuperati (ovvero dei nuovi elementi se questi non potranno essere recuperati) con un letto di malta di calce idraulica (a consistenza plastica) di adeguato spessore (di norma 2 cm, comunque uguale a quello asportato) disteso sul sottofondo; gli elementi saranno collocati uno alla volta, accostati tra loro mediante appositi distanziatori al fine di creare le fughe desiderate (minimo 0,5 massimo 5 mm). Si premerà, infine, su ogni elemento (battendo gli angoli con il martello di gomma o con il manico di legno della mazzetta) facendo refluire la malta e, allo stesso tempo, in modo da posizionarlo ad una quota leggermente superiore al piano finito così da compensare l'abbassamento dovuto al naturale ritiro della malta. A distanza di 2-4 ore (in ragione delle condizioni ambientali) dal termine della posa, le superfici pavimentate dovranno essere bagnate al fine di garantire una stagionatura ottimale della malta di appoggio. Per la stuccatura delle fughe sarà consigliabile utilizzare una boiacca liquida così da essere capace di penetrare agevolmente nelle

fessure, inoltre si renderà necessario ripetere l'operazione 2/3 volte, a distanza di almeno 8 ore una dall'altra. Ultimata la stuccatura e passate 4-6 ore, sarà necessario bagnare il pavimento posato. La boiaccia utilizzata per la stuccatura delle fughe sarà composta seguendo le disposizioni di progetto o indicazioni del Direttore dei lavori, in mancanza di queste si potrà comporre un impasto a base di cemento bianco pigmentato con ossidi colorati (massimo 10%) con l'eventuale aggiunta di lattice acrilico al fine di conferire un minimo di elasticità allo stucco; sarà consigliabile effettuare delle prove al fine di individuare la giusta tonalità della stuccatura in modo che il colore delle fessure riempite si mimetizzi con quello degli elementi adiacenti.

Specifiche

In linea generale si dovrà evitare l'inserimento di nuovi elementi, cercando di riutilizzare quelli originali, se questo non dovesse essere possibile (causa mancanze, eccessivi degradi ecc.) sarà opportuno utilizzare, per le eventuali parziali sostituzioni, materiali e tecniche di lavorazione simili a quelle originali ma al contempo, se specificatamente indicato dagli elaborati di progetto, dovranno attestare la "modernità", in modo da distinguersi.

Nel caso di utilizzo di pietra da taglio, questa dovrà presentare la forma e le dimensioni indicate negli elaborati di progetto ed essere lavorata, secondo le prescrizioni che verranno impartite dal *Direttore dei lavori* all'atto dell'esecuzione nei seguenti modi:

- a grana grossa: (spuntato grosso, medio o fine secondo il tipo di sabbia utilizzata) si intenderà quella lavorata semplicemente "alla punta", ottenuta mediante mazzetta e scalpello a punta detto Sabbia o punta. Questo tipo di lavorazione sarà, generalmente, eseguita a mano (su spessori di almeno 4 cm) pertanto si rivelerà un'operazione onerosa ma di particolare effetto, la cui resa finale sarà accentuata dal risalto conferito al carattere del litotipo; (in alternativa si potrà operare con l'ausilio di microscalpelli elettrici);
- ordinaria: (spuntato alla martellina a tre denti) lavorazione simile alla precedente ma eseguita con l'ausilio di martellina a denti larghi, anche questo tipo di lavorazione si eseguirà su spessori minimi di 4 cm;
- a grana mezza fina: (a martellina mezza fina, a bocciarda grossa, a bocciarda media, gradinato medio, gradinato fine) lavorazione eseguita tradizionalmente a mano su spessori minimi di 3 cm con utensili per urto tipo le martelline a 6 denti allineati, polka, bocciarde (da 9 e 16 punti) e scalpelli (a penna, raschino, gradina a penna dentata, calcagnolo, ferrotondo ecc.); essendo una lavorazione molto onerosa, oggi, sovente si ricorre all'utilizzo degli stessi strumenti ma di tipo pneumatico (ad es. microscalpelli elettrici), in alternativa, per la lavorazione su vaste aree, si può ricorrere a macchine automatiche. Questo tipo di lavorazione sarà indubbiamente il più utilizzato per i rivestimenti e per le pavimentazioni esterne;
- a grana fina: (a bocciarda fine, scalpellato medio, scalpellato fine) lavorazione simile alla precedente (spessore minimo di lavorazione 3 cm), ma eseguita con strumenti più fini (ad es. bocciarde da 24 o 36 punti, scalpelli minuti od unghietti).

In tutte le lavorazioni, esclusa quella a grana grossa, le facce esterne di ciascun concio della pietra da taglio dovranno avere gli spigoli vivi e ben cesellati affinché le connessioni fra

i conci non superino la larghezza di 5 mm per la pietra a grana ordinaria e di 3 mm per le altre. Qualunque sia il grado di lavorazione delle facce a vista, i letti di posa e le facce adiacenti dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorate a grana fina. Non dovranno essere presenti né smussature agli spigoli né cavità nelle facce o stuccature in malta.

Nel caso di arrotatura, levigatura e lucidatura di pavimenti in marmette (elementi di pasta cementizia colorata o impasto di graniglia, polvere di marmo e cemento fino alla dimensione di 250x250 mm spessore minimo 25 mm), o marmettoni (elementi di impasto con scaglie di marmo, polvere di marmo e cemento fino alla dimensione di 500x500 mm spessore minimo 35 mm), si dovrà porre particolare attenzione allo spessore dello strato superficiale al fine di evitarne la completa asportazione, con la conseguente esposizione dello strato di supporto grigio in malta cementizia.

Arrotatura e levigatura

Avvenuta la presa della malta delle stuccature (in ogni caso non prima di 20 giorni) le superfici pavimentate subiranno una prima sgrossatura con idonea macchina (manettone). La fase di arrotatura-levigatura conterà di più passaggi successivi della macchina, la cui opera raffinatrice sarà realizzata da apposite mole abrasive che agiranno in presenza di acqua; le mole utilizzate per i primi passaggi (arrotatura) saranno del tipo a grana grossa 60-120 (1/60 di mm identifica il diametro dell'abrasivo nell'impasto delle mole) ed avranno lo scopo di rendere uniforme il piano trasformandolo in un'unica lastra piana. Il fango di risulta dovrà essere opportunamente rimosso ed il pavimento dovrà essere accuratamente lavato cosicché sulla superficie non rimanga alcuna traccia di melma. Al fine di togliere eventuali rigature, lasciate dalla prima molatura, dovrà essere spalmato sul pavimento uno strato di boiacca convenientemente colorata con le percentuali di pigmenti scelti. Passato il tempo necessario all'indurimento della boiacca si passerà alla levigatura meccanica mediante l'utilizzo di appropriate mole di grana media (220-600) fino ad arrivare a grane fini (600-800); dove la macchina levigatrice non potrà operare, cioè negli angoli, o sotto ostacoli come lavelli, sanitari o radiatori, sarà consigliabile ricorrere a idonei frullini manuali muniti di idoneo distributore di acqua (al fine di evitare "bruciature" delle marmette). Nel caso di posa in opera di battiscopa, o rivestimenti in genere, sarà consigliabile la posa in opera dopo aver eseguito alcune passate di arrotatura così da aver costituito un perfetto piano di posa.

Lucidatura

Previa eliminazione delle rigature si procederà alla fase di lucidatura eseguita mediante un feltro localizzato sotto la macchina e l'uso d'acido ossalico. In questa fase si effettuerà la piombatura del pavimento che sarà eseguita grazie all'azione di due fogli di piombo inseriti in modo incrociato al di sotto del feltro; i fogli ruoteranno sull'interfaccia del pavimento ed il calore creato dall'attrito favorirà il distacco di residui di piombo dai dischi che andranno ad occludere i pori presenti sulle marmette. A lucidatura eseguita sarà consigliabile lavare con acqua e detergente neutro più volte la superficie al fine di rimuovere eventuali velature biancastre create dalla lucidatura.

10. Integrazione di porzioni murarie

L'operazione di integrazione di porzioni di murature potrà rendersi necessaria in situazioni dove l'apparecchio murario risulti particolarmente degradato o lacunoso di elementi

componenti tanto da rendere la struttura muraria a rischio di conservazione. Le integrazioni potranno riguardare murature o strutture murarie incomplete, interrotte o da consolidare (in questo caso si parla di operazione di “scuci e cucì”), che in ogni caso porranno problemi di connessione con le porzioni preesistenti.

In linea generale la procedura operativa di integrazione dovrà seguire le fasi sotto elencate.

Operazioni preliminari

Accurato rilievo in scala adeguata (minimo 1:25) dello stato di fatto dell'apparecchio murario con tecnica e strumentazione indicata dal *Direttore dei lavori*, se non diversamente specificato si eseguirà un rilievo fotogrammetrico, analitico o digitale esteso non soltanto, alla porzione della muratura da integrare ma a tutta la sezione oggetto di integrazione. Se non diversamente specificato dal *Direttore dei lavori* si procederà, inoltre, alla redazione di rilievo in scala 1:1 delle sole porzioni di murature da integrare. Le informazioni ricavate dalla suddetta analisi dovranno servire a definire la qualità, le forme e i modi di posa in opera dei nuovi elementi. Questi elaborati costituiranno la base per la “progettazione” dell'integrazione, sarà, pertanto, utile elaborare delle simulazioni con diverse soluzioni progettuali al fine di verificare meglio le scelte operate.

Nel caso in cui le operazioni di rilievo manuale e/o strumentale non fossero sufficienti ad apprendere tutti i dati necessari (specialmente informazioni riguardanti le sezioni interne dell'organismo murario) potranno essere eseguiti eventuali accertamenti diagnostici (indagini endoscopiche, termografiche ecc.) specifici da scegliersi in accordo con il *Direttore dei lavori*.

Previa messa in sicurezza della struttura con idonee opere provvisorie, sarà possibile procedere alla rimozione degli elementi particolarmente sconnessi e/o decoesi. La rimozione dovrà avvenire per cantieri successivi di limitata entità dall'alto verso il basso così da non arrecare ulteriore stress all'organismo murario.

Successivamente a questa fase di rimozione sarà necessario operare una pulitura generalizzata dei piani di appoggio e di connessione dei nuovi conci. La pulitura, se non diversamente specificato, avverrà mediante strumenti meccanici (quali ad es. spazzole, scopinetti eventuali piccoli aspiratori) o eventualmente blande puliture ad acqua facendo attenzione a non arrecare danno ai materiali preesistenti (per ulteriori specifiche inerenti le metodologie di pulitura si rimanda a quanto detto negli articoli specifici).

Messa in opera dei nuovi elementi

La vera messa in opera degli elementi dovrà essere preceduta dalla “presentazione”, ovvero la sistemazione provvisoria degli elementi nuovi nella sede prevista, al fine di verificare l'accettabilità della loro forma e l'effettiva realizzabilità dell'intervento, oppure dalla “presentazione” di un campione tipo di integrazione. Per agevolare l'operazione di “presentazione” del primo caso si potrà far uso di zeppe o liste di legno per appoggiare provvisoriamente gli elementi nella loro sede.

Nel caso di integrazioni murarie con nuovi elementi lapidei la messa in opera degli stessi avverrà previa preparazione dei letti con malta di calce preferibilmente simile per composizione a quella presente in situ, eventualmente additivata per migliorarne l'aderenza o diminuirne il ritiro. Dietro specifica indicazione del *Direttore dei lavori* si

provvederà all'inserimento di eventuali perni (ad es. barre filettate) o zanche in acciaio inox al fine di migliorare la connessione tra i nuovi elementi.

Dopo la messa in opera degli elementi di integrazione, nel caso di un paramento a faccia vista, si dovrà eseguire la finitura e la stillatura dei giunti soprattutto in prossimità dei bordi d'unione tra il vecchio e il nuovo al fine di evitare, proprio in questi punti delicati, discontinuità strutturali.

11. Rincocciatura di murature

La rincocciatura è un'operazione che interessa la ricostruzione di mancanze o lacune murarie (generate ad esempio da crolli o distruzioni), nella massa e nel volume, tramite l'inserimento di nuovi materiali compatibili con quelli presenti allo scopo di ripristinare la continuità della parete. Potrà limitarsi al paramento esterno od interessare la muratura, per tutto il suo spessore; questo ultimo caso si differenzia dall'integrazione muraria poiché coinvolge porzioni limitate di muratura e, dallo scuci e cuci perché non prevede la rimozione delle parti di muratura degradate.

L'operazione di rincocciatura si renderà necessaria, inoltre, per evitare il progredire e/o l'insorgenza dei fenomeni di degrado (infiltrazioni d'acque meteoriche, di radici infestanti ecc.) che potranno attecchire all'interno della lacuna.

Il compito strutturale dell'intervento potrà essere più o meno incisivo secondo i singoli casi; se la rincocciatura dovrà assolvere un ruolo di sostegno i materiali utilizzati dovranno avere delle caratteristiche di resistenza meccanica a compressione tale da garantire la stabilità della struttura (sarà opportuno a tale riguardo ricorrere a materiali compatibili e simili, per natura e dimensioni, a quelli originali), se invece si tratterà di colmare un vuoto si potranno utilizzare materiali come: frammenti di mattone, scaglie di pietra ecc. Se richiesto dalle specifiche di progetto, nei casi di strutture a rischio di crollo, prima di procedere con l'intervento, si dovranno mettere in opera dei sostegni provvisori circoscritti alla porzione che dovrà essere ripristinata; dalla cavità dovranno essere rimosse tutte le parti incoerenti o eccessivamente degradate tramite l'utilizzo di mezzi manuali (martelli o punte) facendo cura di non sollecitare troppo la struttura evitando di provocare ulteriori danni.

All'interno della lacuna, se indicato dagli elaborati di progetto, potranno essere realizzate delle forature per l'inserimento di perni e connettori necessari per facilitare e, allo stesso tempo, garantire l'efficace ancoraggio dei nuovi elementi (per maggiori delucidazioni sulla tipologia dei perni si rimanda agli articoli inerenti: stuccatura elementi in laterizio e fissaggio e riadesione elementi sconnessi e distaccati). La cavità dovrà poi essere pulita ricorrendo a mezzi manuali come spazzole, raschietti o aspiratori in modo da rimuovere i detriti polverulenti e grossolani (nel caso sia necessario ricorrere ad un tipo di pulitura che preveda l'uso di acqua, l'intervento dovrà attenersi alle indicazioni specificate negli articoli inerenti la pulitura a base di acqua).

La posa in opera dei nuovi materiali dipenderà dal tipo di rincocciatura che s'intenderà realizzare (se limitata al paramento esterno oppure estesa in profondità) e dalla relativa tecnica utilizzata; in ogni modo sarà sempre buona norma ricorrere a materiali affini agli originali in modo da evitare l'insorgenza d'incompatibilità fisico-chimiche.

La malta di connessione dovrà essere simile a quella presente sul paramento murario per

rapporto legante-inerte e granulometria dell'inerte; se non diversamente specificato da progetto, si potrà ricorrere all'uso di una malta di calce (rapporto legante-inerte 1:3) così composta: 2 parti di calce aerea; 1 parte di calce idraulica; 9 parti di inerte (4 parti di cocciopesto, 5 parti di sabbia vagliata). Dopo la messa in opera del materiale di risarcitura, nel caso di un paramento a faccia vista, si dovrà eseguire la finitura e la stilatura dei giunti soprattutto in prossimità dei bordi d'unione tra il vecchio e il nuovo al fine di evitare, proprio in questi punti delicati, discontinuità strutturali.

Se specificatamente indicato dagli elaborati di progetto l'intervento di rincocciatura, potrà essere denunciato realizzando la nuova porzione di muratura in leggero sottosquadro o soprasquadro, tenendo presente però che la non complanarietà delle due superfici costituirà una zona facile da degradarsi.

12. Tassellatura

L'intervento di tassellatura ha lo scopo di integrare mancanze generate da diversi fenomeni (rimozioni eseguite a causa di degrado avanzato, distacchi generati da azioni meccaniche ecc.) utilizzando materiali compatibili (meglio se di recupero) simili per consistenza e colore al supporto. L'operazione riguarderà in particolare, il ripristino di porzioni di paramenti decorativi quali: modanature, cornici, riquadrature di porte e finestre, fasce marcapiano ecc. Il tassello posto in opera dovrà riprodurre con esattezza la parte asportata o mancante; a sbazzatura avvenuta, previa pulitura della cavità, dovrà essere inserito ed adattato in modo da garantire la continuità superficiale tra la parte nuova e quella vecchia. L'adesione di tasselli di piccole dimensioni potrà essere realizzata, oltre che con l'ausilio di resine epossidiche, con una malta di calce idraulica naturale NHL 5 additivata con emulsioni acriliche (per migliorare l'adesività) caricata con carbonato di calcio od altro aggregato di granulometria fine (ad es. cocciopesto, pozzolana ecc.). Nei casi, invece, in cui l'intervento presenti delle dimensioni considerevoli e il tassello risulti particolarmente aggettante si potrà ricorrere all'uso di sostegni interni come perni in acciaio inossidabile o zincato (1□variabile da 4 a 10 mm) Fe B 44 K ad aderenza migliorata o barrette filettate in acciaio inossidabile AISI 316L (in caso di elementi non sottoposti a particolari sollecitazione meccaniche si potrà ricorrere a barre in vetroresina), saldati con l'ausilio di resine epossidiche bicomponenti ed esenti da solventi; l'impasto, steso con l'ausilio di piccole spatole, dovrà presentare un grado di tissotropicità o fluidità idoneo alla dimensione e caratteristiche degli elementi da far riaderire (per maggiori dettagli si rimanda all'articolo sul fissaggio ed adesione degli elementi sconnessi e distaccati). Per tassellature in ambienti interni si potranno utilizzare, oltre alle resine epossidiche, anche le resine poliestere. I fori d'inserimento dei perni, eseguiti con trapano a sola rotazione, potranno essere, secondo i casi specifici, passanti o ciechi; le fessure in corrispondenza dell'unione del tassello andranno stuccate con polvere dello stesso materiale, legato con resine sintetiche (acriliche o elastomeri fluorurati) o calce naturale.

13. Malte da restauro

Malte da stuccatura o da ripristino (integrazioni, rappezzi ecc.) ovverosia impasti costituiti da un legante (calce aerea, calce idraulica naturale, cemento bianco) e da acqua, oppure da un legante, da acqua e da un inerte (sabbia, pietra macinata, polvere di marmo,

cocciopesto, pozzolana ecc.) in rapporto variabile, da 1:3 a 1:1, secondo le prescrizioni di progetto ovvero a seconda delle caratteristiche che si vogliono conferire alla malta (maggiore resistenza, maggiore lavorabilità). In linea generale le malte da utilizzare per le procedure di restauro dovranno essere confezionate in maniera analoga a quelle esistenti, per questo motivo saranno necessarie una serie di analisi fisico-chimiche, quantitative e qualitative sulle malte esistenti, in modo da calibrare in maniera ideale le composizioni dei nuovi agglomerati.

La malta dovrà presentarsi più o meno fluida a seconda dell'uso specifico e a seconda della natura dei materiali da collegare, in linea generale è buona norma che l'acqua utilizzata sia quella strettamente necessaria per ottenere un impasto omogeneo. L'impasto delle malte, eseguito con idonei mezzi meccanici o manualmente (da preferire per impasti di modesta quantità ma molto specifici) dovrà risultare omogeneo e di tinta uniforme. I vari componenti, con l'esclusione di quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno essere ad ogni impasto misurati preferibilmente sia in peso che a volume. Nel caso in cui la malta preveda l'uso di grassello di calce, questo dovrà essere "stemperato" e ridotto in pasta omogenea prima di incorporarvi l'inerte; nel caso in cui si preveda un impasto con più leganti, sarà necessario impastare precedentemente i leganti tra loro e solo successivamente aggiungere gli aggregati, dando tra questi, la precedenza a quelli di granulometria più minuta.

La malta potrà essere eventualmente caricata da pigmenti o terre coloranti (massimo 5% di pigmenti minerali ricavati dalla macinazione di pietre o 10% di terre) e/o da additivi di vario genere (fluidificanti, aeranti ecc.). Nel caso in cui il pigmento dovesse essere costituito da pietra macinata o da polvere di cocciopesto, questo potrà sostituire parzialmente o interamente l'inerte.

Se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto o dal *Direttore dei lavori* gli impasti impiegati in operazioni di restauro dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

presentare un'ottima compatibilità chimico-fisica sia con il supporto sia con le parti limitrofe. La compatibilità si manifesterà attraverso il coefficiente di dilatazione, la resistenza meccanica e lo stato fisico dell'impasto (granulometria inerte, tipologia di legante ecc.);

presentare una resistenza minore degli elementi da collegare così da evitare un'eventuale disomogeneità che potrebbe essere la causa di fessurazioni nelle strutture;

avere una consistenza tale da favorire l'applicazione;

aderire alla struttura muraria senza produrre effetto di slump e legarsi opportunamente a questa durante la presa;

essere sufficientemente resistente per far fronte all'erosione, agli inconvenienti di origine meccanica e agli agenti degradanti in genere;

contenere il più possibile il rischio di cavillature (dovrà essere evitato l'utilizzo di malte troppo grasse);

opporsi al passaggio dell'acqua, non realizzando un rivestimento di sbarramento completamente impermeabile, ma garantendo al supporto murario la necessaria traspirazione dall'interno all'esterno;

presentare un aspetto superficiale uniforme in relazione alle tecniche di posa utilizzate.

Specifiche

Gli impasti dovranno essere preparati nella quantità necessaria per l'impiego immediato e, per quanto possibile, in prossimità del lavoro; i residui d'impasto che non avessero per qualche ragione immediato impiego, dovranno essere gettati a rifiuto.

Campi di impiego

Le malte da restauro, a seconda del loro impiego, potranno essere classificate in:

- 1) malte per restauro di apparecchi murari: ossia allettamento di elementi lapidei, stilatura e/o rabbocatura dei giunti, riempimento dei vuoti o di soluzioni di continuità dell'organismo murario, protezione delle creste dei muri;
- 2) malte per restauri di intonaci: ossia rappezzi e/o integrazioni di porzioni di intonaco con eventuale, se presente, riproposizione dei diversi strati;
- 3) malte per applicazione di rivestimenti (musivi e pavimenti ecc.);
- 4) malte per il restauro di decorazioni: ossia impasti per integrazione di elementi architettonici plastici a rilievo;
- 5) malte per stuccature e sigillature: ossia impasti per il riempimento di lesioni, fratture, modeste mancanze;
- 6) malte per iniezione: ossia malte fluide caratterizzate da bassa viscosità applicabili a bassa pressione attraverso soluzioni di continuità o fori di modeste dimensioni con la finalità di riempire vuoti non superficiali o allo scopo di far aderire tra loro strati diversi.

Le malte da restauro dovranno essere conformi alle prescrizioni dettate dalle Raccomandazioni NorMaL 26/87 “Caratteristiche delle Malte da Restauro” e alle norme UNI 11088:2003, Beni Culturali – Malte storiche e da restauro. Caratterizzazione chimica di una malta. Determinazione del contenuto di aggregato siliceo e di specie solubili, UNI EN 11089:2003 Beni Culturali – Malte storiche e da restauro. Stima della composizione di alcune tipologie di malte; UNI EN 990:2004 “Specifiche per malte per opere murarie – parte 1: malte da intonaco e parte 2: malte da muratura.

Materiali lignei e metallici

La procedura prevedrà il riempimento di fori, fessure ed altre soluzioni di continuità d'elementi lignei o metallici appartenenti sia ad unità strutturali (travi, arcarecci, travicelli ecc.) sia a serramenti o elementi secondari (portoni, finestre, grate, ringhiere, scalini ecc.) con stucco steso a spatola e composto con impasti diversi a seconda del tipo di materiale.

Previe eventuali operazioni preliminari di pulitura da eseguire secondo le prescrizioni di progetto (svernicatura con aria calda, pulitura manuale ecc.) la procedura prevedrà la spolveratura, con un pennello morbido, della fessura e il successivo trattamento con tampone imbevuto d'alcool denaturato al fine di eliminare velocemente l'umidità così da favorire l'adesione dell'impasto prescelto. Passato il tempo necessario (di norma fino ad esaurimento dell'odore di alcool) affinché il supporto sia asciutto, si passerà, per i materiali lignei, a riempire il vuoto con lo stucco. Questa operazione potrà avvenire con l'ausilio di piccole spatole o bacchette (od altri strumenti ritenuti idonei) premendo bene e passando più volte in tutte le direzioni, in modo da avere la certezza di una perfetta otturazione del foro. Generalmente lo stucco tenderà, se pur in minima parte, a ritirarsi

durante l'essiccazione, pertanto si rivelerà utile applicare una quantità sovrabbondante o, più correttamente, ripetere l'operazione dopo l'essiccazione della parte più profonda. In seguito, dopo l'essiccazione dello strato superficiale di stucco, comunque entro le 12 ore successive, si potrà procedere alla carteggiatura manuale con grana media (120-180) al fine di eliminare l'eccesso di prodotto. Per agevolare la completa essiccazione dell'impasto si potrà trattare la superficie d'intervento con tampone imbevuto d'alcool denaturato. L'operazione di levigatura finale potrà essere facilitata regolando la percentuale del legante degli impasti in modo da avere uno stucco resistente ma allo stesso tempo carteggiabile. Nel caso d'interventi rivolti alla "ricostruzione" di spigoli o porzioni vive, sarà vantaggioso mettere in opera uno stucco più denso con l'aggiunta di colla di coniglio.

Le ricette per confezionare stucchi sono svariate in ragione del tipo di legno e della fessurazione da riempire, in linea generale, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, si potrà utilizzare un impasto composto da un legante inorganico da scegliere tra gesso, colla animale (ad es. di coniglio), cera d'api o da un legante organico (polimero sintetico come, ad es. le resine acriliche) e da un inerte (con funzione di antiritiro e di colorante) costituito da polvere di legno o microfibre. All'interno di questo impasto potranno essere inseriti, in percentuali non superiori al 5%, eventuali pigmenti al fine di avvicinare la tonalità cromatica originale. In alternativa a questo impasto si potrà utilizzare uno stucco a base di gommalacca e cera d'api vergine; dovranno essere fuse delle scaglie di gommalacca regolandone la densità con la cera (un eccesso di gomma lacca potrà causare un effetto perlato sulla superficie trattata) al fine di formare delle bacchette sottili e abbastanza consistenti che dovranno essere scaldate e fatte colare all'interno della fessura con l'aiuto di piccole spatole prescaldate.

Nel caso di stuccature d'elementi strutturali si potranno utilizzare leganti a base di polimeri sintetici (le resine più utilizzate sono quelle epossidiche o poliuretaniche in ragione del tipo di stuccatura da eseguire) opportunamente caricati con polvere di segatura o fillers allo scopo di migliorare la resistenza a compressione e ridurre il volume di resina impiegato, così da contenere lo sviluppo di calore al momento della reazione esotermica. L'impasto dovrà avere una consistenza tissotropica e sarà applicato per eventuali strati successivi con spatola (tempo di presa a 23 °C ca. 6-8 h, tempo d'indurimento completo ca. 5-7 giorni). Le resine utilizzate dovranno essere compatibili con il legno, pertanto dovranno presentare un'elasticità tale da sostenere variazioni dimensionali imposte dagli sbalzi termici e modulo elastico simile a quello del legno (ca. 3000 N/mm²).

Nel caso in cui le dimensioni delle lacune saranno tali da non rendere conveniente operare delle stuccature si dovrà intervenire attraverso la procedura della tassellatura.

Art. 91 Consolidamenti

Consolidamenti dei materiali e delle superfici

Generalità

Le procedure di consolidamento risultano essere sempre operazioni particolarmente delicate, e come tali, necessitano di un'attenta analisi dello stato di fatto sia dal punto di vista della conservazione dei materiali sia del quadro fessurativo, così da poter comprendere a

fondo e nello specifico la natura del supporto e le cause innescanti le patologie di degrado; in riferimento a queste analisi si effettuerà la scelta dei prodotti e delle metodologie di intervento più idonee; ogni operazione di consolidamento dovrà essere puntuale, mai generalizzata; sarà fatto divieto di effettuare qualsiasi procedura di consolidamento o, più in generale, utilizzare prodotti, anche se prescritti negli elaborati di progetto, senza la preventiva esecuzione di campionature preintervento eseguite sotto il controllo del *Direttore dei lavori*. Ogni campione dovrà, necessariamente, essere catalogato ed etichettato; sull'etichetta dovranno essere riportati la data di esecuzione, il tipo di prodotto e/o le percentuali dell'impasto utilizzato, gli eventuali solventi e di conseguenza il tipo di diluizione o di concentrazione utilizzati, le modalità ed i tempi di applicazione.

Ad operazione eseguita dovrà, sempre, essere verificata l'efficacia, tramite prove e successive analisi, anche con controlli periodici cadenzati nel tempo (operazioni che potranno essere inserite nei programmi di manutenzione periodica post-intervento). I consolidamenti che si potranno realizzare sono diversi:

- consolidamento coesivo, il prodotto consolidante verrà applicato localmente o in modo generalizzato sulla superficie del materiale (consolidamento corticale) per ristabilire la coesione di frazioni degradate con gli strati sani sottostanti: l'obiettivo che si porrà sarà di ristabilire con un nuovo prodotto il legante degradato o scomparso. Le sostanze consolidanti potranno essere leganti dello stesso tipo di quelli contenuti nel materiale (consolidanti inorganici o a base di silicio), oppure sostanze sintetiche (consolidanti organici) estranee alla composizione originaria del materiale ma comunque in grado di migliorarne le caratteristiche fisiche; di norma si realizzerà con impregnazione fino al rifiuto;
- consolidamento adesivo, con questo termine s'intenderà un'operazione di "rincollaggio" di rivestimenti distaccati dal loro supporto originale come, ad esempio, un frammento di pietra o uno strato di intonaco per i quali si renderà necessario ristabilire la continuità fra supporto e rivestimento. Questo tipo di consolidamento avverrà tramite iniezioni di malte fluide o resine acriliche in emulsione ovvero, con ponti di pasta adesiva a base di calce idraulica o resina epossidica. Sarà obbligatorio verificare, anche sommariamente, il volume del vuoto da riempire al fine di scegliere la giusta "miscela" da iniettare. Cavità piuttosto ampie dovranno essere riempite con malte dense e corpose; al contrario, modeste cavità necessiteranno di betoncini più fluidi con inerti piuttosto fini.

Fissaggio e riadesione di elementi sconnessi e distaccati, mediante perni

La procedura ha come obiettivo quello di far riaderire parti in pietra staccate o in fase di distacco mediante idonei adesivi sia a base di leganti aerei ed idraulici (calci) sia leganti polimerici (soprattutto resine epossidiche). Si ricorrerà a questa procedura allorché si dovranno incollare, o meglio far riaderire, piccole scaglie di materiale, porzioni più consistenti, riempire dei vuoti o tasche associate a un distacco di strati paralleli alla superficie esterna della pietra (dovuti, ad es. a forti variazioni termiche). La procedura applicativa varierà in ragione dello specifico materiale di cui sarà costituito l'elemento da incollare, dei tipi di frattura che questo presenterà e che occorrerà ridurre e dei vuoti che sarà necessario colmare affinché l'operazione risulti efficace.

Nel caso di interventi su manufatti e superfici particolarmente fragili e degradate e su frammenti molto piccoli, l'adesivo dovrà presentare una densità e un modulo elastico il più possibile simile a quello dei materiali da incollare, in modo tale che la sua presenza non crei tensioni tra le parti; per la riadesione di pellicole pittoriche, se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto, sarà opportuno utilizzare un'emulsione acrilica (tipo Primal) al 2-3% diluita in alcool incolore stesa a pennello a setola morbida.

Allorché si dovranno riaderire dei frammenti o porzioni più consistenti, sarà preferibile inserire adeguati sistemi di supporto costituiti da perni in acciaio inossidabile AISI 316L (minimo 10x4 mm), in titanio o, se l'incollaggio interesserà parti non sottoposte a particolari sollecitazioni meccaniche, barre in vetroresina. La procedura operativa seguirà quella descritta nell'articolo sulle stuccature degli elementi lapidei.

In alternativa alla malta di calce idraulica, per il fissaggio e la riadesione di parti più consistenti si potranno utilizzare modeste porzioni di resina epossidica (bicomponente ed esente da solventi) in pasta stesa con l'ausilio di piccole spatole ed eventualmente, se indicato dagli elaborati di progetto, caricate con aggregati tipo carbonato di calcio o sabbie silicee o di quarzo, al fine di conferire maggiore consistenza alla pasta e consentire il raggiungimento degli spessori previsti. I rinforzanti da impiegare per la formazione di betoncini di resina dovranno avere un tasso d'umidità in peso non superiore allo 0,09% ed un contenuto nullo d'impurità o di sostanze inquinanti; salvo diverse prescrizioni di progetto, le miscele secche di sabbie silicee o di quarzo dovranno essere costituite da granuli puri del diametro di circa 0,10-0,30 mm per un 25%, di 0,50-1,00 mm per un 30% e di 1,00- 2,00 mm per il restante 45%.

In ogni caso si ricorrerà ad un impasto d'adeguata tissotropicità o fluidità in relazione alla dimensione e caratteristiche degli elementi da far riaderire. Durante la fase di indurimento dell'adesivo sarà necessario predisporre dei dispositivi di presidio temporaneo costituiti, a seconda delle dimensioni del frammento, da carta giapponese, nastro di carta, morsetti di legno ecc. facendo attenzione a non danneggiare in alcun modo il manufatto.

Al fine di coprire gli eventuali ponti di resina epossidica, stesi per il consolidamento, si potrà utilizzare un betoncino elastico del colore simile al supporto originario, ottenuto dall'impasto fra polvere della stessa pietra e da un legante fluorurato al 10% in acetone. La preparazione dell'impasto, se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto, avverrà amalgamando una parte in peso di prodotto con 0,75 parti d'inerte della stessa granulometria e colore dell'originale (in alternativa si potrà utilizzare sabbia silicea con granulometria tra 0,10-1,5 mm e aiutare il colore con pigmenti in polvere) mescolando bene fino ad ottenere una consistenza simile ad una malta. Sarà consigliabile non preparare grandi quantità di stucco al fine di evitare la presa prima della completa messa in opera, sarà, inoltre, consigliabile non eseguire alcun intervento sulla stuccatura prima di un'ora dalla stesura dello stucco. Il prodotto sarà completamente reversibile tramite acetone.

Specifiche sui materiali

Gli adesivi epossidici (ovvero resine utilizzate come leganti per ricongiungere frammenti

distaccati), normalmente utilizzabili, saranno liquidi con indurente a lenta o a rapida reattività (da utilizzare per consolidamenti o più spesso per intasamento delle fessure o per impernature) o in pasta lavorabili con indurente a lenta o a rapida reattività (per stuccature, ponti di adesione, piccole ricostruzioni e fissaggio perni); in questo secondo caso si provvederà ad intervenire, in fase di formulazione, aggiungendo additivi tissotropizzanti. Di norma questi adesivi saranno totalmente esenti da solventi, non subiranno ritiro durante l'indurimento e grazie alla loro natura tixotropica potranno essere facilmente applicabili anche su superfici verticali in consistenti spessori.

Resine poliestere derivate dalla reazione di policondensazione dei glicoli con gli acidi bi-basici insaturi o loro anidridi. Prima dell'indurimento potranno essere impastati con fibre di vetro o sintetiche, così da migliorare la resistenza dei prodotti finali. Come riempitivi possono essere usati polveri di varia granulometria di calcari, gesso, o sabbie. La resistenza a raggi solari e UV è abbastanza bassa, specialmente per prodotti reticolari con monomeri aromatici, mentre la resistenza meccanica e le proprietà adesive sono abbastanza buone. La resina potrà presentare un certo ritiro del volume (sino ad 8-10%) che la rende non proprio adatta per riempire le fessure del materiale lapideo, al contrario potranno essere utilizzate come collanti per congiungimenti o fissaggio di perni, barre filettate, tiranti ecc. anche se sarà necessario evitare che la resina raggiunga la superficie estrema poiché per esposizione alla luce darebbe marcate variazioni di colore. Orientativamente il pot life a 20 °C sarà di circa 5-7 minuti e il tempo di fissaggio intorno ai 40-60 minuti.

Copolimeri fluorurati, legante incolore elastomerico per stuccature, dotato di notevole elasticità alle dilatazioni, isola in maniera efficace la fessura o rottura da stuccare. L'elevata inerzia chimica anche verso aggressivi molto energici, la stabilità termica ed alla radiazioni, oltre alla permeabilità all'aria e alla reversibilità in acetone anidro, lo rendono particolarmente adatto su supporti lapidei.

Consolidamento dello strato corticale mediante impregnazione con consolidanti organici

La procedura di impregnazione può essere eseguita su manufatti in pietra, intonaco, laterizio e legno allorché si renda necessario garantire il consolidamento non solo corticale ma anche in profondità. Questa procedura si basa sul principio fisico della capillarità, ovverosia la capacità dei fluidi in genere (i liquidi in particolare), di riuscire a penetrare naturalmente per adesione dentro lo spazio tra due superfici molto vicine di una cavità.

Grazie all'impiego di sostanze organiche, che penetreranno all'interno del manufatto, si potranno ristabilire o migliorare sia le proprietà fisiche (riduzione della porosità e aumento della coesione) sia meccaniche (incremento della resistenza a compressione) dei materiali trattati. Il consolidante entrerà all'interno del manufatto, in una prima fase, per capillarità e solo in un secondo tempo si distribuirà per diffusione; al fine di permettere questa seconda fase che, sovente, si sviluppa molto lentamente è opportuno che il prodotto scelto non polimerizzi troppo velocemente così da poter riuscire a diffondersi in maniera uniforme nel manufatto. I parametri da valutare prima di iniziare la procedura sono:

- viscosità del fluido consolidante;
- diametro dei pori e dei capillari e loro distribuzione all'interno dell'elemento da trattare;

- bagnabilità del materiale.

La procedura d'intervento varierà in ragione del consolidante indicato dagli elaborati di progetto (silicato di etile, resine acriliche in dispersione o in soluzione, fluoroelastomeri ecc.) in ogni caso saranno necessarie alcune operazioni preliminari comuni a tutti i trattamenti. Prima di iniziare il trattamento sarà opportuno eseguire delle campionature al fine di valutare la quantità di consolidante (percentuale di diluizione e scelta del solvente), la riuscita della procedura e la reale penetrazione di impregnazione; inoltre dovranno essere predisposte opportune protezioni sulle superfici limitrofe a quelle da consolidare in modo da evitare che queste vengano a contatto con il prodotto consolidante.

Qualsiasi trattamento consolidante prescelto dovrà essere applicato su superficie perfettamente pulita e sgrassata (in modo da evitare che depositi superficiali impediscano la penetrazione) così come, in presenza di scaglie in fase di distacco o superfici particolarmente decoese, sarà indispensabile effettuare un preconsolidamento al fine di evitare che l'eventuale passaggio ripetuto del pennello possa rimuovere tali frammenti.

La procedura di consolidamento per impregnazione dovrà essere ripetuta più volte (in genere non più di 5 passaggi) fino ad ottenere la saturazione dell'elemento (fino "a rifiuto") in ragione sia del fluido prescelto sia, soprattutto, della porosità del materiale oggetto di intervento. La scarsa penetrabilità dei materiali poco porosi dovrà essere ovviata con passaggi alternati di soluzione diluita e nebulizzazione di solvente puro (in tal modo si faciliterà l'ingresso della soluzione consolidante e, nello stesso tempo, si ridurrà al minimo l'effetto bagnato) oppure ricorrendo all'impiego di soluzioni particolarmente diluite, aumentando gradualmente la concentrazione nelle ultime mani. La procedura dovrà, comunque, essere operata per zone limitate e non simultaneamente su tutta la superficie al fine di agevolare la fuoriuscita dell'aria dall'interno dei fori e dalle discontinuità presenti nel manufatto così da migliorare la penetrazione e la distribuzione interna del consolidante.

Specifiche sui materiali

Tra i materiali consolidanti utilizzabili con questa tecnica il silicato di etile (si veda l'articolo specifico), le resine acriliche (in emulsione o in soluzione), le resine acrilico-siliconiche, le emulsioni acquose di silicato di potassio e i silossani oligomerici in solventi organici sono i prodotti più versatili e di conseguenza più comunemente utilizzabili. La scelta, in ogni caso, dovrà essere fatta in ragione delle problematiche e del materiale riscontrato.

I prodotti impregnanti da impiegarsi per il consolidamento e/o la protezione dei manufatti architettonici od archeologici, salvo eventuali prescrizioni o specifiche inerenti il loro utilizzo, dovranno possedere le seguenti caratteristiche comprovate da prove ed analisi da eseguirsi in situ o in laboratorio:

- a) elevata capacità di penetrazione nelle zone carenti di legante;
- b) resistenza chimica e fisica agli agenti inquinanti ed ambientali;
- c) spiccata capacità di ripristinare i leganti tipici del materiale oggetto di intervento senza dar vita a sottoprodotti di reazione pericolosi (quali ad es. sali superficiali);
- d) capacità di fare traspirare il materiale così da conservare la diffusione del vapore;
- e) penetrazione in profondità così da evitare la formazione di pellicole in superficie;

- f) “pot-life” sufficientemente lungo tanto da consentire l’indurimento solo ad impregnazione completata;
- g) perfetta trasparenza priva di effetti traslucidi;
- h) spiccata capacità a mantenere inalterato il colore del manufatto;
- i) presentare un coefficiente di dilatazione termica simile a quello del materiale da consolidare al fine di evitare fenomeni di fessurazione che costituirebbero vie preferenziali per l’ingresso dell’acqua e di possibili distacchi.

Consolidamento mediante impregnazione a pennello, tampone o rullo

Di norma è la tecnica più usuale per eseguire il consolidamento per impregnazione; ci si servirà di pennelli a setola morbida di medie dimensioni, rulli, o tamponi (in questo caso gli stracci o i tamponi saturi di prodotto dovranno essere mantenuti in contatto prolungato al fine di assicurare l’assorbimento nella superficie).

L’applicazione dovrà procedere dall’alto verso il basso per settori omogenei con uso di addetti in numero appropriato alla natura e alla tipologia del manufatto; tra una mano e l’altra il prodotto non dovrà essere lasciato asciugare. Sarà opportuno che gli attrezzi (pennelli, rulli o tamponi) siano sempre ben puliti (sarà, pertanto, consigliabile lavarli spesso) e il consolidante non sia “contaminato” di eventuali residui rimasti sul pennello o rullo da trattamenti operati su aree limitrofe. Nel caso di consolidamenti di superfici lapidee particolarmente disgregate ed esfoliate (specialmente su pietre arenarie come ad es. pietra serena, pietra forte ecc.) o pellicole pittoriche in fase di distacco, l’impregnazione risulterà più efficace se eseguita “attraverso” una velatura provvisoria della zona da trattare utilizzando fogli di carta giapponese, precedentemente fissata con resina acrilica in soluzione (ad es. al 10-20% p/v, in solvente volatile come acetone o diluente nitro).

Consolidamento mediante impregnazione a spruzzo

Questa tecnica di norma verrà eseguita con l’utilizzo di specifiche apparecchiature in grado di nebulizzare il liquido messo in pressione da una pompa oleo-pneumatica (massimo 0,5 bar) o più semplicemente a mano; questo trattamento potrà essere migliorato realizzando intorno alla parte da trattare uno spazio chiuso mediante fogli di polietilene resistente ai solventi e continuando la nebulizzazione anche per giorni.

La sola applicazione a spruzzo sarà sufficiente se il materiale risulterà essere poco poroso ed il degrado interesserà uno spessore di pochi millimetri (degrado corticale); nel caso di interventi su lapidei porosi, dove si renderà necessaria una penetrazione maggiore, sarà preferibile utilizzare pennelli o applicazioni per percolazione (per maggiori dettagli si rimanda agli articoli specifici). In zone particolarmente degradate o su pellicole pittoriche in fase di distacco sarà necessario, dopo un primo trattamento a spruzzo, applicare (mediante emulsione acquosa di alcool polivinilico o resina acrilica in soluzione al 20% in diluente nitro) dei fogli di carta giapponese: a superficie asciutta si applicherà una nuova mano di consolidamento a pennello morbido. Dopo che il solvente sarà totalmente evaporato si rimuoveranno i fogli mediante tampone inumidito con acqua. L’interfaccia da trattare dovrà essere pulita e ben asciutta al fine di assicurare l’assenza di reazioni secondarie e buona penetrazione del prodotto. La nebulizzazione consolidante (1 area coperta dal getto 25-30 cm) sul manufatto dovrà essere ripetuta più

volte (senza lasciare asciugare il prodotto fra una ripresa e l'altra) fino a completa saturazione del manufatto, distribuita uniformemente per aree omogenee partendo dalle parti più elevate per poi scendere a quelle più basse; contemporaneamente si dovrà aver cura di rimuovere eventuali sbavature od eccessi di consolidante mediante tampone imbevuto di solvente od acqua a seconda del prodotto utilizzato. Questo metodo risulterà idoneo solo in condizioni favorevoli di temperatura (+10 °C +25 °C) con prodotti (ad es. silicato di etile) in diluizione molto alta al fine di migliorare l'assorbimento. Per migliorare la penetrazione del consolidante dato a spruzzo si potrà ricorrere all'applicazione, da effettuarsi posteriormente al trattamento, di almeno tre mani di solvente puro.

Consolidamento mediante impregnazione a tasca o ad impacco

La procedura rientrerà in quelle "a contatto diretto" e si baserà sul principio della capillarità. Questo metodo verrà utilizzato per l'impregnazione di particolari come decori, cornici, capitelli lavorati ecc. particolarmente degradati che presenteranno la necessità di essere tenuti a contatto, per un determinato periodo, con la sostanza consolidante. I fattori che regolano il processo sono la tensione superficiale, la viscosità del prodotto e la bagnabilità del materiale da trattare. La procedura prevedrà la messa in opera, intorno alla zona da trattare, di una tasca chiusa con particolari guarnizioni in poliuretano, così da renderla stagna; nella parte inferiore verrà posizionata una piccola "gronda impermeabilizzata" allo scopo di recuperare il prodotto consolidante in eccesso.

La zona da consolidare verrà ricoperta da strati di materiale bagnante (ad es. cotone idrofilo, carta giapponese ecc.) che verranno alimentati, dall'alto e molto lentamente, dalla soluzione consolidante e coperti da teli di polietilene, allo scopo di ridurre l'eventuale troppo rapida evaporazione del solvente. L'operazione di distribuzione dovrà essere interrotta quando la quantità di prodotto immesso dall'alto sarà uguale a quella del prodotto recuperato dal basso. Il distributore potrà essere costituito da un tubo o da un canaletto munito di tanti piccoli fori o da una serie di spruzzatori che creeranno il fronte di consolidante discendente. L'eccesso di prodotto sarà raccolto nella grondaia, e rimesso in circolo; per la buona riuscita di questo metodo sarà necessario assicurarsi che il materiale assorbente sia sempre perfettamente in contatto con la superficie interessata. Ad assorbimento avvenuto (in genere 8-10 ore) le tasche saranno rimosse e il manufatto dovrà essere ricoperto con cellofan al fine di isolarlo dall'atmosfera per almeno 10-12 giorni. Dal momento che aumentando la superficie da trattare aumenterà anche la quantità di consolidante e di conseguenza il peso, sarà opportuno, onde evitare costose operazioni di presidio, procedere per settori di dimensioni limitate, migliorando in questo modo il controllo della procedura.

Consolidamento mediante impregnazione a percolazione

Metodo "a contatto diretto" molto simile a quello a tasca, ma più semplice: un distributore, collocato nella parte superiore della superficie da trattare, erogherà il prodotto per gravità impregnando la superficie da trattare per capillarità. La quantità del trattamento in uscita dall'impianto dovrà essere calibrata dalla valvola di Offman localizzata nella parte terminale del tubo di distribuzione (seguendo le indicazioni di progetto) in modo tale da assicurare un lento e continuo assorbimento evitando eccessi di formulato tali da

coinvolgere aree non interessate. Anche in questo caso il distributore potrà essere costituito da un tubicino in plastica o da un canaletto forato munito, nella parte inferiore, di un pettine, tamponi di cotone o di una serie di pennellesse con funzione di distributore.

L'eccesso di prodotto sarà raccolto in una sorta di grondaia e rimesso in circolo; a trattamento terminato dovranno essere eliminati gli eccessi di consolidante utilizzando un idoneo solvente o, nel caso in cui il progetto preveda l'utilizzo d'emulsioni acquose, la superficie dovrà essere lavata con spugne assorbenti ed acqua deionizzata. Questa operazione si renderà sempre necessaria al fine di evitare la formazione di patine superficiali che potrebbero ridurre la permeabilità al vapore del manufatto e conferire, all'interfaccia un effetto perlante innaturale (effetto bagnato) e/o il generarsi di locali sbiancamenti.

I tempi d'impregnazione varieranno secondo le dimensioni e il materiale del manufatto; al fine di accelerare tale processo si potrà ricorrere a trattare preventivamente il supporto con nebulizzazione di solvente puro (così che possa penetrare con facilità sfruttando la bassa viscosità) e, solo in seguito, applicare il fluido consolidante che, trovando una via di accesso più agevole, potrà distribuirsi in modo più diffuso.

Consolidamento (riagggregazione) mediante silicato di etile

Un buon consolidante per laterizi decoesi o pietre arenarie e silicatiche, da applicare su superfici assolutamente asciutte, è il silicato di etile composto da esteri etilici dell'acido silicico: monocomponente fluido, incolore, a bassaviscosità, si applicherà in solvente organico (ad es. metil etil chetone), in percentuali (in peso) comprese fra 60% e 80%. Al fine di stabilire la quantità di prodotto da utilizzare si renderanno necessari piccoli test da eseguirsi su superfici campione; questi test serviranno, inoltre, da spia per determinare l'eventuale alterazione dell'opacità della pietra e della sua tonalità durante e subito dopo il trattamento. In linea generale si potrà utilizzare una quantità pari a 500-600 g/m² per il consolidamento di apparecchi in cotto e 300-400 g/m² per superfici intonacate con malta di calce.

Il silicato di etile, precipitando a seguito di una reazione spontanea con l'umidità atmosferica, libererà, come sottoprodotto, alcool etilico che evaporerà con i solventi impiegati nella soluzione, pertanto l'uso di questo consolidante, presenterà il vantaggio di far sì che, nella pietra trattata, oltre all'acido silicico non rimangano altre sostanze che potrebbero in qualche forma (ad esempio efflorescenze) danneggiare l'aspetto e soprattutto le caratteristiche del materiale lapideo consolidato; la reazione si completerà nell'arco di 2 o 3 settimane in ragione delle condizioni atmosferiche, della porosità del materiale, della sua natura e struttura chimica ecc. Il trattamento potrà essere eseguito a pennello, a spruzzo mediante irroratori a bassa pressione (massimo 0,5 bar), per percolazione, a tampone mediante spugne (nel caso di manufatti modellati tipo le volute dei capitelli) o per immersione (esclusivamente per piccoli manufatti mobili); la superficie da trattare andrà completamente saturata "sino a rifiuto", evitando però eventuali accumuli di prodotto sulla superficie; nel caso in cui dopo il trattamento il supporto rimanesse bagnato o si presentassero raccolte in insenature si dovrà procedere a rimuovere l'eccedenza con l'ausilio di tamponi asciutti o inumiditi con acetone o

diluyente nitro. Solitamente sarà sufficiente un solo ciclo di applicazione, ma se sarà necessario e solo dietro specifica autorizzazione del *Direttore dei lavori*, sarà possibile ripetere il trattamento dopo 2 o 3 settimane.

Questo tipo di consolidante si rivelerà molto resistente agli agenti atmosferici e alle sostanze inquinanti, non verrà alterato dai raggi ultravioletti e presenterà il vantaggio di possedere un elevato potere legante (dovuto alla formazione di silice amorfa idrata) soprattutto nei confronti di materiali lapidei naturali contenenti silice anche in tracce, quali arenarie, tufi, trachiti, ma anche su altri materiali artificiali quali mattoni in laterizio, terracotte, intonaci, stucchi; risultati positivi potranno essere ottenuti anche su materiali calcarei (ad es. pietra leccese, pietra di Vicenza ecc.). Tale prodotto non risulta idoneo per il trattamento consolidante di superfici in gesso o di pietre gessose.

La natura chimica dei silicati sarà tale per cui potranno esercitare soltanto un'azione consolidante, ma non avranno alcun effetto protettivo nei riguardi dell'acqua, pertanto, al trattamento di superfici esterne con un silicato, generalmente, si dovrà far seguire l'applicazione di una sostanza idrorepellente, salvaguardando le caratteristiche di traspirabilità e di permeabilità al vapore acqueo dei materiali lapidei, garantendo la conservazione nel tempo, nel rispetto della loro fisicità (per maggiori dettagli sulle procedure di protezione si rimanda agli articoli specifici).

Avvertenze

Si rivelerà di fondamentale importanza non esporre le superfici da trattare all'irraggiamento del sole né Procedere all'applicazione su superfici riscaldate dai raggi solari; sarà pertanto cura degli operatori proteggere le superfici mediante opportune tende parasole; l'impregnazione con silicato di etile sarà, inoltre, da evitare (se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto) nel caso in cui il materiale da trattare non sia assorbente, in presenza di temperatura troppo alta ($>25^{\circ}\text{C}$) o troppo bassa ($<10^{\circ}\text{C}$), con U.R. non superiore al 70% o se il manufatto trattato risulti esposto a pioggia nelle quattro settimane successive al trattamento; pertanto in caso di intervento su superfici esterne, si renderà necessaria la messa in opera di appropriate barriere protettive.

Indicativamente per una soluzione contenente il 60% in peso di estere etilico dell'acido silicico su supporti in medio stato di conservazione si potranno effettuare i seguenti consumi al metro quadrato: intonaco da 0,3 a 0,5 l/m²; pietre porose e tufi da 0,5 a 2,5 l/m²; laterizi da 0,6 a 3,0 l/m²; pietre arenarie da 0,8 a 3,5 l/m².

Sigillatura materiali lapidei mediante resine sintetiche

La procedura prevede l'esecuzione di stuccature delle soluzioni di continuità mediante intasamento eseguito con iniezione, colatura o spatola in profondità di miscela adesiva costituita da polimeri sintetici acrilici in soluzione, o in emulsione, caricata con carbonato di calcio o polvere di pietra macinata (in alternativa si potranno utilizzare polveri di cocciopesto o cariche pozzolaniche); le resine acriliche non potranno, causa la loro natura termoplastica, essere impiegate come adesivi strutturali, pertanto se si rendesse necessario effettuare una sigillatura con tale caratteristica sarà opportuno ricorrere ad un adesivo epossidico bicomponente (componente A = resina, componente B = indurente; i più utilizzati sono indurenti che reagiscono a temperatura ambiente come gli amminici o ammidici, il rapporto tra A e B sarà variabile da 1:1 a 1:4) esente da

solventi, dietro specifica indicazione di progetto, il composto potrà essere caricato con sabbia silicea (granulometria massima 0,3 mm), filler, quarzo. I rinforzanti da impiegare per la formazione di betoncini di resina dovranno avere un tasso d'umidità in peso non superiore allo 0,09% ed un contenuto nullo d'impurità o di sostanze inquinanti; salvo diverse prescrizioni di progetto, le miscele secche di sabbie silicee o di quarzo dovranno essere costituite da granuli puri del diametro di circa 0,10-0,30 mm per un 25%, di 0,50-1,00 mm per un 30% e di 1,00-2,00 mm per il restante 45%. Normalmente il composto di resina epossidica verrà preparato a piè d'opera e, a seconda del tipo di impasto (fluido, colabile, tissotropico), in relazione alle necessità di progetto, potrà essere applicato a pennello con setole rigide, con iniettori, o con spatole, in ogni caso sotto scrupoloso controllo dal momento che presenta, generalmente, un limitato tempo pot-life. Nel caso in cui si prevede, invece, l'utilizzo di composti a base di resina acrilica, se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto, si utilizzerà lattice acrilico aggiungendo al lattice non diluito una quantità adeguata di carbonato di calcio sino a rendere la maltina estruibile.

La procedura prevede, dopo le opportune operazioni preliminari di pulitura, eventuale preconsolidamento di parti particolarmente decoese o distaccate, la predisposizione di opportune protezioni (ad es. delimitazione con nastro di carta) sulle superfici limitrofe a quelle da consolidare, in modo da evitare che queste vengano a contatto con il prodotto consolidante e l'esecuzione d'idonee campionature al fine di valutare la quantità e la tipologia del consolidante. Eseguite tutte queste operazioni si potrà procedere alla sigillatura in profondità delle soluzioni di discontinuità mediante l'utilizzo di siringhe o piccole spatole secondo le dimensioni delle fessurazioni da sigillare e le specifiche di progetto, in ogni caso la resina dovrà penetrare fino a rifiuto nel vuoto da colmare tra le facce e tra i frammenti destinati a combaciare nella nuova unione. Durante la procedura sarà opportuno che siano controllate eventuali vie di fuga che potrebbero far percolare il materiale intromesso (specialmente se verrà fatto uso di resine epossidiche), in tal caso si renderà necessaria l'immediata rimozione con spugne o tamponi umidi se si utilizzeranno maltine a legante acrilico, con acqua e detergenti idonei, ovvero seguendo scrupolosamente le indicazioni del produttore della resina, se invece si utilizzeranno adesivi epossidici. Una volta che sarà verificato "l'intasamento" della fessurazione si potrà passare alla realizzazione di stuccature di superficie, costituite da malte a base di leganti idraulici naturali a basso contenuto di sali, sabbie silicee vagliate e lavate (granulometria 0-1,2 mm), eventuali additivi polimerici, terre colorate o pietre macinate, in ogni caso eseguite seguendo la procedura descritta nell'articolo sulle stuccature di materiali lapidei.

In alternativa si potranno effettuare delle stuccature invisibili utilizzando idoneo stucco costituito da copolimeri fluorurati ovvero legante incolore elastomerico per stuccature e polvere della stessa pietra, utili anche a coprire micro lesioni o fori di trapani (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto nell'articolo sul fissaggio e riadesione d'elementi sconnessi e distaccati).

Avvertenze

Il rapporto di miscelazione tra resina ed indurente andrà accuratamente rispettato, gli errori

di dosaggio tollerabili non dovranno essere superiori al $\pm 5\%$. La miscelazione dei componenti andrà eseguita preferibilmente con miscelatore meccanico e andrà prolungata fino a che non si sarà certi di aver ottenuto una perfetta omogeneità.

Specifiche sui materiali

Le resine epossidiche, prodotti termoindurenti (molecole tridimensionali) sono ottenute dalla formazione di catene con due tipi di molecole con un gamma illimitata di variazioni possibili (questa caratteristica fa sì che non esista un solo tipo di resina epossidica, ma svariati formulati epossidici che cambiano di volta in volta le proprie caratteristiche a seconda sia del rapporto resina-indurente sia degli eventuali additivi plastificanti, fluidificanti, acceleranti ecc.) e presentano il vantaggio di poliaddizionarsi senza produrre sottoprodotti che porterebbero ad un aumento di volume. Si distinguono dalle resine acriliche per l'elevato potere collante che ne giustifica l'uso come adesivo strutturale; presentano una buona resistenza chimica (soprattutto agli alcali), resistono molto bene all'acqua ed ai solventi organici. I maggiori pregi delle resine epossidiche risiedono nelle loro elevate proprietà meccaniche (resistenze a compressione, a trazione, a flessione), nella perfetta adesione al supporto e nel ritiro molto limitato durante l'invecchiamento; gli svantaggi sono riconducibili alla difficoltà di penetrazione (dovuta all'elevata viscosità), alla bassa resistenza al calore ed ai raggi ultravioletti (con i conseguenti fenomeni d'ingiallimenti e sfarinamento superficiale). Per le resine acriliche si rimanda alle specifiche dell'articolo sul consolidamento mediante impregnazione.

Per i copolimeri fluorurati si rimanda alle specifiche dell'articolo sul fissaggio e riadesione di elementi sconnessi.

Riadesione di distacchi 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 microconsolidamento 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 m²); 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 cocchiopesto 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 ovvero 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 una parte di cocchiopesto 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 l'8% e il 10%), caricata con 0,5-1 parte di carbonato di calcio o polvere di pomice (granulometria tra 0,02 mm e 0,06 mm) per rendere il composto più granuloso e facilitare l'aggrappaggio dello stesso al supporto da consolidare.

Un altro composto, utilizzabile in ambienti interni e per piccole cavità (spessore non superiore a 4-5 mm), sarà il caseato di calcio, ottenuto mescolando caseina lattica e grassello di calce; esistono due tipi di "ricette": la prima (alla fiorentina) si comporrà di 1 parte di caseina, 4 parti di grassello di calce, 0,4 parti di resina acrilica in emulsione; la seconda (alla romana) sarà costituita da 1 parte di caseina (gonfiata nell'acqua), 9 parti di grassello di calce, 1/5 parte di dispersione acrilica (allo scopo di elasticizzare l'adesivo); questo composto presenterà sia ottime proprietà collanti sia ottima stabilità nel tempo, ma avrà l'inconveniente di avere tempi d'incollaggio molto lenti. Il caseato di calcio, dopo la presa, sarà fragile a trazione e resterà permeabile al vapore acqueo, per questo

potrà essere indicato utilizzarlo in ambienti asciutti.

Previa umidificazione del foro e della zona circostante con acqua pulita, si eseguiranno le iniezioni con una normale siringa di plastica (da 10 cc o 60 cc) procedendo attraverso i fori posti nella parte più bassa, per poi avanzare, una volta che la miscela sarà fuoriuscita 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 (per 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 maggiori 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 colante non fuoriesca da fori o linee di fratture limitrofe sulla superficie sottostante, nel caso questo succedesse si procederà all'immediata pulizia tramite spugnette ad alto potere assorbente (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 rivelarsi 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 una durata variabile da 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 aderire le facce distaccate.

Anche l'iniezione di calce idrauliche 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 subefflorescenze quali thaumasite o ettringite.

Specifiche sui materiali premiscelati

La malta premiscelata per iniezione di consolidamento e riadesione di intonaci dovrà presentare un'ottima penetrabilità nelle murature senza aver bisogno della preliminare bagnatura dei supporti. L'impasto dovrà essere composto da calce idraulica naturale, chimicamente stabile e a bassissimo contenuto di sali solubili, inerti silicei (o in alternativa carbonato di calcio scelto e micronizzato), pozzolana superventilata (o in alternativa polvere di cocchiopesto o metacaolino) e idonei additivi fluidificanti, ritentivi ed areanti. Dopo aver impastato energicamente per qualche minuto il premiscelato con acqua demineralizzata sarà consigliabile filtrare la boiaccia ottenuta al fine di eliminare eventuali piccoli grumi formati in fase di impasto. 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. Sarà consigliabile utilizzare siringhe con aghi di tipo veterinario (diametro di uscita superiore ai 2 mm). Le caratteristiche chimico-fisiche medie dovranno essere: peso specifico 1,02 kg/dm³, lavorabilità 2 h, bleeding assente, aderenza 0,8 N/mm², inizio presa a +20 °C 24 h, fine presa a +20 °C 48 h, resistenza a compressione a 28 giorni 6 N/mm², resistenza a flessione a 28 giorni 2 N/mm², modulo elastico 5000 N/mm², ritiro 0,7-1,8 mm, ritenzione acqua superiore all'80%, permeabilità al vapore 6 µ.

Consolidamento lastre lapidee da rivestimento (messa in sicurezza)

Prima di procedere ad un qualsiasi intervento di smontaggio e successivo consolidamento che potrebbe, se mal effettuato, andare a peggiorare la situazione (per maggiori dettagli sulla procedura di smontaggio si rimanda a quanto detto all'articolo specifico) sarà sempre conveniente preventivare un'accurata campagna diagnostica preliminare piuttosto approfondita volta a conoscere in maniera completa il manufatto oggetto di intervento, i materiali che lo compongono, la loro consistenza fisico-materica, le tecniche costruttive e di ancoraggio, le patologie in atto, le lesioni esistenti, le eventuali cause indirette di degrado, non sottovalutando mai la possibilità di consistenza di situazioni diversificate nell'ambito dello stesso apparecchio murario.

Non di rado la causa del dissesto del rivestimento lapideo potrà essere attribuita all'assenza di punti d'appoggio distribuiti a varie quote, i quali permetterebbero di assorbire frazionatamente il peso delle lastre. Il paramento potrà, inoltre, essere ancorato alla muratura di supporto attraverso un'imbottitura posteriore completa o parziale, eseguita con colatura di malta di calce, in questo caso con il passare del tempo, a causa della perdita progressiva di adesività della malta alla struttura, le sollecitazioni delle lastre potrebbero diventare insostenibili.

In altri casi le strutture di sostegno utilizzate (per lo più zanche) potrebbero essere in ferro, materiale che, con il passare del tempo, potrebbe subire fenomeni di forte ossidazione e corrosione causando, sul rivestimento lapideo, l'ovvia perdita del sostegno (che non sarà più in grado di reggerlo), la generazione di sforzi di trazione, causati dal maggior peso specifico degli ossidi e idrati di ferro nonché sgradevoli colature di ruggine che andranno a deturpare il pannello lapideo. Allo stesso tempo, nel caso in cui il manufatto avesse già subito un'operazione di manutenzione, potrebbe verificarsi il fenomeno opposto,

ovverosia la presenza di un numero elevato di tasselli potrebbe vincolare eccessivamente la struttura generando situazioni tensionali insopportabili (per questo risulterà opportuno procedere alla loro eliminazione, progettando un nuovo e più idoneo sistema di ancoraggio).

Raramente gli ancoraggi preesistenti si presenteranno efficienti e ben conservati, in tal caso potranno comunque essere integrati all'interno di un valido sistema di messa in sicurezza; se dovessero rilevarsi ancoraggi assolutamente inefficienti, ormai inutili, ma non dannosi poiché realizzati con materiali stabili e posizionati in modo da non disturbare la struttura, si potrà, dietro specifica indicazione di progetto, lasciarli in opera. Non di rado si rileva la mancanza di efficienti sigillature tra i pannelli, se non addirittura di adeguati giunti di dilatazione, in questo modo l'acqua piovana, non incontrando idonee barriere, riuscirà facilmente ad infiltrarsi velocizzando la corrosione delle zanche in ferro, erodendo la malta di allettamento ed innescando tutta una serie di patologie (creazione di muschi, cristallizzazione dei sali, cicli di gelo e disgelo ecc.) dannose al rivestimento.

L'assenza dei giunti di dilatazione potrà costituire un punto critico della struttura, tanto da determinare pressioni insostenibili indotte dalle variazioni della temperatura.

Messa in sicurezza

Previa esecuzione di tutte le procedure di smontaggio e di analisi preventive si potrà procedere con l'intervento; i materiali per risultare idonei dovranno possedere caratteristiche meccaniche, di resistenza fisico-chimica e di durabilità adeguate, mantenendo il più possibile nel tempo le prestazioni richieste; gli elementi metallici (zanche, perni, piastre ecc.) da utilizzare potranno essere:

in rame o in ottone trafilato: ottima resistenza alla corrosione ma scarsa resistenza meccanica da

impiegare per pannelli di peso modesto;

in acciaio a doppia zincatura a caldo: ottima resistenza meccanica e alla corrosione (acciaio ad alta resistenza);

in acciaio inossidabile AISI serie 300: eccellenti prestazioni a livello di resistenza meccanica e con le migliori proprietà di inalterabilità.

La tipologia di zancatura potrà essere non portante o di ritegno (semplice fissaggio alla parete di supporto) o portante a sistema rigido (cioè quelle impiegate per rivestimenti con imbottitura posteriore di malta) e regolabile (sistemi più complessi di norma utilizzati su manufatti di pregio o per il ripristino d'ampie zone di rivestimento) secondo le disposizioni di progetto (in questo caso le zanche dovranno essere state calcolate come vere e proprie mensole di sostegno ai pannelli).

Nell'eseguire la suddetta procedura si dovranno tenere presenti le seguenti accortezze:

l'esecuzione delle perforazioni sul supporto murario, al fine di alloggiare l'apparato di fissaggio (zanche, tasselli ecc.), dovrà essere eseguita, preferibilmente, con strumenti a sola rotazione; gli strumenti a rotopercolazione potranno essere utilizzati, solo dietro specifica indicazione del Direttore dei lavori, su materiali particolarmente compatti come ad esempio elementi in c.a. o murature in laterizio pieno. La profondità della foratura, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, dovrà essere maggiore

- dell'ancoraggio così da lasciare lo spazio ad eventuali polveri di trapanatura e, nel caso di utilizzo di tasselli, per la fuoriuscita della vite della punta del tassello. Nel caso di messa in opera di zanche, anche il diametro del foro sarà maggiore affinché la malta a ritiro compensato possa ben avvolgere l'ancoraggio metallico. L'eventuale perforazione delle lastre dovrà, invece, obbligatoriamente essere eseguita con strumenti a sola rotazione (ad es. carotatrici) così da evitare la possibilità che le sollecitazioni meccaniche, fornite da mezzi a roto-percussione, deteriorino ulteriormente il rivestimento (ad es. estendendo le situazioni di distacco o generando nuove lesioni);
- la sigillatura dell'apparato di fissaggio, ad esclusione dell'utilizzo di tasselli meccanici o chimici, dovrà avvenire previa accurata pulitura della perforazione e abbondante bagnatura (solo in caso di uso di malta) mediante idonea malta di calce idraulica naturale NHL 5 caricata con inerti pozzolanici o cocciopesto, con l'eventuale aggiunta di idoneo additivo così da compensare il ritiro della malta, in alternativa e solo dietro specifica indicazione di progetto, si potrà utilizzare betoncino di resina epossidica bicomponente a consistenza colabile esente da solventi;
- ogni pannello lapideo, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, dovrà sostenersi da solo, dovrà essere appeso (sistemi portanti) e non appoggiato a quello sottostante che, a livelli inferiori, si potrebbe trovare nelle condizioni di essere gravato da un peso non prevedibile o sostenibile;
- il sistema di ancoraggio dovrà considerare adeguati coefficienti di sicurezza che dovranno, necessariamente, tener conto dell'effetto combinato di forze, quali ad esempio la depressione causata dal vento, l'eventuale attività sismica, le vibrazioni generate dal traffico di superficie o sotterraneo ecc.;
- il sistema di ancoraggio dovrà, inoltre, essere progettato in modo adeguato soddisfacendo esigenze, talvolta contrapposte: realizzare tasselli di dimensioni sufficientemente contenute applicando contemporaneamente alla struttura il minor numero possibile di vincoli. Il nuovo sistema non dovrà, infatti, ostacolare i movimenti naturali del rivestimento e dovrà essere dotato di opportune guarnizioni (che dovranno presentare caratteristiche d'indeformabilità ed elasticità protratte nel tempo, ad es. in resine siliconiche) al fine di evitare una concentrazione eccessiva di tensioni;
- la chiusura dei fori e delle giunture dovrà essere eseguita adottando una stuccatura composta da materiali stabili (ad es. elastomeri fluorurati e polvere di pietra) tali da evitare cavillature e infiltrazioni (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto per le procedure riguardanti le stuccature superficiali); in alternativa, nel caso si ricorra a tasselli, si potranno mettere in opera idonei dischi lapidei di chiusura, costituiti da materiale lapideo dello stesso tipo del pannello e di dimensione adeguata a quella del foro; i suddetti dischi dovranno essere applicati mediante idonei collanti e successivamente sigillati con attente stuccature.

Avvertenze

Sarà, in ogni caso, sempre consigliabile effettuare controlli sistematici in corso d'opera con l'eventuale ausilio di endoscopie, in quanto potrebbero passare inosservate particolari situazioni costruttive differenti da quelle rilevate nel corso della campagna di indagini preliminari.

Messa in sicurezza con sistemi di fissaggio portanti rigidi

I sistemi portanti rigidi più comunemente utilizzati sono:

piattina metallica (dimensioni minime 6x40x250-300 mm) da inserire nelle scanalature (di dimensioni di circa 2-3 mm superiori a quella della piattina) eseguite nei bordi di due pannelli sovrapposti, munita di doppia zancatura (costituita da due monconi di dimensioni minime 8x40x100 mm) annegate nella muratura d'ambito con malta di calce idraulica naturale NHL 5 a ritiro compensato. Le zanche di questo tipo si rileveranno particolarmente resistenti e quindi indicate per lastre di grande spessore (maggiore 3-4 cm);

piattina metallica (dimensioni minime 8x60x150-180 mm) sdoppiata, in ambedue le teste, in due lembi ripiegati in versi opposti: un'estremità si inserirà nelle scanalature (di dimensioni di circa 2-3 mm superiori a quella della piattina) eseguite nei bordi di due pannelli sovrapposti, l'altra estremità verrà inghisata nella muratura con malta di calce a ritiro compensato; questo sistema potrà essere utilizzato per lastre di spessore medio grande (2-3 cm);

due piattine metalliche (dimensioni minime singola piattina 6x40x150 mm) accostate e ripiegate in versi opposti alle estremità, in modo da trattenere separatamente i bordi di due pannelli contigui, le zanche dovranno essere posizionate sui bordi orizzontali del pannello di spessore medio-grande;

sistema con tassello meccanico (ad espansione forzata o geometrica) o chimico (tasselli a calza, a rete, a bussola retinata o a fiala di vetro, in ragione del supporto murario; la fiala di vetro sarà da utilizzarsi solo in presenza di materiali compatti) da inserire in perfori eseguiti sul pannello mediante l'ausilio di strumenti a sola rotazione (ad es. carotatrici); i tasselli dovranno essere serrati seguendo i tempi ed il valore del carico previsto, così da evitare sia serraggi troppo elevati che potrebbero provocare fenomeni di snervamenti delle viti sia serraggi troppo lenti che non garantirebbero un'adeguata rigidità all'ancoraggio. Questo sistema rigido sarà adatto per pannelli di spessore medio-grande.

Il tassello meccanico ad espansione forzata o geometrica sarà inserito nel perforo (precedentemente ben pulito con scovolino) con un'adeguata, quanto debole, percussione, dopo aver controllato l'assialità dell'elemento, si passerà all'operazione di serraggio mediante l'ausilio d'idonea chiave dinamometrica tarata al valore di carico prefissato dal progetto. L'ancoraggio con i tasselli ad espansione geometrica, al contrario di quello a percussione, provocherà meno tensioni nel materiale di supporto e, pertanto, consentirà l'applicazione con interasse e distanze dai bordi ridotte.

L'esecuzione del fissaggio del tassello chimico sarà leggermente differente: la procedura prevedrà, previo inserimento del tassello a rete, a calza o di una bussola retinata (in ragione del tipo di materiale costituente il supporto) di dimensioni uguali a quelle del foro (precedentemente ben pulito sia con scovolino sia con soffietto) e lunghezza misurata a partire dal fondo cieco della perforazione, l'estrusione, mediante pompa manuale o pneumatica, della resina collante entro i fori precedentemente predisposti iniziando l'iniezione dal fondo sino al riempimento di circa 2/3 del volume della cavità. Successivamente si inserirà manualmente, con movimento circolare, la barra metallica filettata, con diametro e lunghezza stabiliti dagli elaborati di progetto; al fine di favorire

l'introduzione nella resina sarà vantaggioso tagliare la punta della barra a 45°. Dopo aver controllato la corretta assialità si procederà all'inserimento della rondella di guarnizione (in resina siliconica), alla rondella in metallo ed al dado, passato il tempo necessario affinché la resina indurisca (circa 60-90 minuti) si potrà procedere al serraggio del dado con l'ausilio di chiave dinamometrica tarata al valore di carico prefissato dal progetto.

Messa in sicurezza con sistemi di fissaggio portanti regolabili

I sistemi portanti regolabili più comunemente utilizzati sono:

- sistema con piastre metalliche sagomate di spessore minimo di 5 mm, inserite ed ancorate con bulloni (ad es. 10x30 mm) e dadi muniti di rosetta, in appositi profili metallici, generalmente sagomati a "C" con irrigidente, (ovvero piastre metalliche dello spessore minimo di ca. 10 mm) ancorati alla parete mediante tasselli meccanici o chimici o anche di altro tipo. Uno dei vantaggi maggiori di questo sistema risiede nella possibilità di fissare i profili o le piastre alla parete sia in posizione orizzontale sia verticale in relazione alle dimensioni dei pannelli. Il vincolo utilizzato in questo sistema sarà di tipo a ritenuta.

La sagomatura delle piastre sarà in funzione della loro posizione: la prima presenterà bordi ripiegati solo verso l'alto in modo da sostenere il solo pannello superiore, la piastra intermedia, utilizzata per il giunto chiuso (per pannelli medio-piccoli, spessore ca. 2-3 mm) presenterà dei bordi tutti d'eguale altezza ottenuti ripiegando l'estremità dell'ala orizzontale, mentre quella utilizzata per il giunto aperto (per pannelli medio-grandi, spessore ca. 6-8 mm o 15-20 mm se il giunto sarà a livello solaio) avrà bordi con altezze differenti: il labbro inferiore sarà più lungo così da poter entrare nella scanalatura della lastra sottostante. La piastra sommitale presenterà bordi piegati solo verso il basso. Al fine di risolvere l'eventuale mancanza di piombo della muratura si potrà ricorrere a cavalotti di spessoramento in acciaio interposti fra il profilo sagomato e la piastra di sostegno; in alternativa, nel caso di fissaggio con tasselli, si potrà intervenire anche sulla lunghezza della barra filettata;

sistema a spinotti, simile a quello a piastra, utilizza profilati metallici ad "L" (ad es. 60x80x8 mm) muniti di fori sull'anima (al fine di consentire l'ancoraggio mediante tasselli alla muratura) e di asole sull'ala così da collocare degli spinotti metallici (ad es. 1 6x60 mm) che si inseriranno nelle scanalature praticate nei bordi delle lastre vincolandole a ritenuta. Anche questo sistema avrà la possibilità di fissare i profili alla parete sia in posizione orizzontale sia verticale in relazione alle dimensioni dei pannelli.

Operazioni di consolidamento opere musive

L'intervento si prefigge di ripristinare l'integrità e la stabilità della superficie (allentamento e/o distacco delle tessere) venuta meno a causa dell'alterazione della malta di allettamento (nucleus e sovrannucleus) e della deformazione del supporto (statumen e radus) poiché la prima provoca la lability delle tessere, mentre la deformazione del supporto implica l'allargamento e la compressione degli interstizi tra gli elementi tanto da provocarne l'inevitabile distacco. Tali deformazioni risulteranno più ricorrenti nei mosaici pavimentali (soggetti a continue azioni meccaniche e all'aggressione di erbe infestanti che provocano la disgregazione della malta) risultando decisamente dannose se la superficie è all'aperto. I mosaici parietali sono, invece, soggetti a deformazioni

riconducibili a dissesti delle murature o delle coperture che generano le alterazioni degli strati di allettamento (nucleus e sovrannucleus). In questi casi previa verifica dell'effettiva stabilità delle strutture si procederà al consolidamento dello strato di allettamento e alla stuccatura di eventuali lesioni seguendo quanto indicato per il consolidamento degli intonaci distaccati (utilizzando malte idrauliche, premiscelate o realizzate in situ, a basso peso specifico) valutando la complessità dell'intervento riconducibile al peso e alla rigidità della massa distaccata.

Le procedure di consolidamento delle superfici mosaicate si concretizzano: nel consolidamento degli strati di allettamento, nella riadesione delle tessere al supporto, nella stuccatura degli interstizi e nel consolidamento dei bordi. Prima di procedere con le operazioni di consolidamento dovranno essere accertati e ovviati tutti gli, eventuali, degradi presenti sulla superficie (efflorescenze saline superficiali, incrostazioni, depositi di natura microbiologica, sporco, grasso ecc.) ricorrendo a procedure strettamente attinenti alla natura delle tessere e al loro stato di conservazione (per le operazioni di pulitura e preconsolidamento si rimanda a quanto esplicito negli articoli specifici). La decoesione e il disfacimento del supporto dei mosaici pavimentali sono provocati, sovente, da sollecitazioni indotte dalle radici che, ramificandosi sotto la superficie, provocano il sollevamento e il rigonfiamento di parti, l'insorgenza di lesioni nonché il deterioramento della trama. In questi casi, prima di effettuare l'intervento di consolidamento, previa apposizione di margini lignei posti perimetralmente alla superficie mosaicata, dovranno essere attuate delle preventive operazioni di preconsolidamento indirizzate sia alle tessere labili utilizzando, se non diversamente specificato dal *Direttore dei lavori*, una malta di calce magra, sia alle lesioni più estese ricorrendo a bendaggi di garze di cotone applicate con resina acrilica in soluzione. Dopo aver asportato la vegetazione infestante, seguendo le indicazioni riportate negli articoli specifici, le discontinuità dovranno essere pulite, con l'ausilio di spazzole morbide di saggina, in modo da asportare ogni traccia di detriti e terriccio. La procedura proseguirà delimitando (con gesso) le zone di distacco accertate battendo la superficie o con la mano o con un martello di gomma così da poter circoscrivere l'entrata del collante; dovrà inoltre essere verificata, tramite lo "schiacciamento" della superficie eseguito con lievi pressioni della mano, la totale assenza di oggetti estranei (sassi, scaglie di malta ecc.) tra gli strati decoesi.

Nel caso in cui dovessero essere individuati corpi estranei, dovrà essere operata la loro rimozione ricorrendo all'uso di spatole e cazzuole o, in presenza di oggetti di considerevoli dimensioni, asportando una parte di tassellato, velando la superficie da rimuovere con un velatino di cotone, seguendo quanto indicato nella specifica procedura di stacco. In questo modo la lacuna potrà essere agevolmente pulita e liberata dalle impurità utilizzando spatoline metalliche e pennelli di setola. Verificato lo stato di conservazione del supporto ed operate le eventuali operazioni di consolidamento della superficie si procederà alla rimessa in opera della parte asportata, utilizzando una malta a base di calce idraulica naturale esente da sali solubili. Nel caso in cui l'intervento di consolidamento non preveda l'asportazione di parti, si procederà irrorando con acqua e alcool (con eventuale aggiunta di ammoniaca per migliorarne la penetrazione) la

superficie così da liberarla da impurità depositatesi; dopodiché dovrà essere iniettato il collante (se non diversamente specificato dal *Direttore dei lavori*, potrà essere usata una malta a base di calce idraulica naturale esente da sali solubili, caricata con carbonato di calcio o pozzolana ventilata - rapporto legante inerte 1:2/1:3 -resina acrilica in emulsione e gluconato di sodio) attraverso le lesioni precedentemente identificate premendo lievemente la superficie per aiutare la diffusione della malta.

La superficie dovrà essere, ad operazione ultimata, pulita con acqua. Le tessere in pietra e marmo distaccate potranno essere fermate utilizzando malta a base di calce idraulica naturale o resina acrilica in emulsione.

Per quanto concerne i mosaici vitrei è opportuno utilizzare resine acriliche in soluzione per la riadesione delle tessere, mentre per il consolidamento del supporto l'utilizzo di malta a base di calce idraulica naturale può provocare, in caso di fuoriuscita dagli interstizi, l'inconveniente di opacizzare la superficie.

Operazioni di consolidamento dipinti murari ad affresco ed a secco

Generalità

Il consolidamento dei dipinti murari si rende necessario nei casi in cui si verifichi il distacco dell'intonaco dal supporto murario (consolidamento in profondità) e/o il disfacimento dello strato dipinto in scaglie o la polverizzazione (consolidamento corticale della pellicola pittorica).

Consolidamento in profondità

L'operazione di consolidamento in profondità delle superfici dipinte si rende necessaria nei casi in cui sia accertato il distacco dell'intonaco dal supporto murario. L'intervento prevede gli stessi passaggi esplicitati nella procedura di consolidamento in profondità mediante miscele leganti facendo attenzione, in questo caso, ad utilizzare malte a base di calce idraulica (premiscelata o realizzate in situ) a basso peso specifico; inoltre, nella fase di foratura delle parti distaccate, dovrà essere fatta particolare attenzione a non intaccare zone figurate (volti o arti) sfruttando, dove risulterà possibile, piccole fessure o lacune già presenti sulla superficie.

Specifiche sui materiali premiscelati

La malta premiscelata per riadesione e riempimento di vuoti in sistemi ornamentali, dovrà presentare basso peso specifico (0,4 kg/dm³) e medie resistenze meccaniche, così da risultare idoneo per eseguire riadesione di elementi privi di funzioni statiche e non appesantibili come intradossi di volte affrescate, stucchi e superfici musive. L'impasto dovrà essere composto da leganti idraulici naturali, chimicamente stabili e a bassissimo contenuto di sali solubili, pozzolana, perlite ventilata e idonei additivi fluidificanti, ritentivi ed areanti. Dopo aver impastato energicamente per qualche minuto il premiscelato con acqua demineralizzata sarà consigliabile filtrare la boiacca ottenuta al fine di eliminare eventuali piccoli grumi formati in fase di impasto. Se non diversamente specificato questi prodotti dovranno essere iniettati entro 30 minuti dalla preparazione. 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. Sarà consigliabile utilizzare siringhe di tipo veterinario prive di ago (diametro di uscita superiore ai 6 mm). Le caratteristiche

chimico-fisiche medie dovranno essere: peso specifico 0,4 kg/dm³, lavorabilità 4 h, bleeding assente, aderenza 0,9 N/mm², inizio presa a +20 °C 20 h, fine presa a +20 °C 44 h, resistenza a compressione a 28 giorni 31 N/mm², resistenza a flessione a 28 giorni 8 N/mm², modulo elastico 5200 N/mm², ritiro 0,4-1,2 mm, ritenzione acqua > 85%, permeabilità al vapore 3 μ.

Consolidamento della pellicola pittorica

Il consolidamento corticale della pellicola pittorica si prefigge lo scopo di arrestare il disfacimento della superficie dipinta procedendo alla riadesione e al fissaggio dello strato cromatico al supporto ricorrendo all'utilizzo di prodotti consolidanti e riaggreganti. Prima di procedere con l'intervento di consolidamento, la superficie dovrà essere ispezionata al fine di rintracciare eventuali alterazioni postume (integrazioni, restauri mal riusciti ecc.) o stati avanzati di degrado (efflorescenze saline, patine, polveri, sostanze grasse ecc.). In presenza di consistenti cristallizzazioni saline dovrà esserne operata la rimozione procedendo prima all'asportazione superficiale mediante l'ausilio di pennelli morbidi e, successivamente, all'estrazione dei sali solubili seguendo quanto indicato nella specifica procedura. L'eventuale presenza di solfati dovrà essere ovviata ricorrendo all'ausilio di carbonato d'ammonio.

Dovranno, inoltre, essere attuate, se necessarie, le operazioni di preconsolidamento e di pulitura della superficie, seguendo quanto indicato nelle specifiche procedure. Il preconsolidamento potrà essere effettuato per mezzo di velinatura con carta giapponese o velatino di cotone per garantire il fissaggio della parti sollevate della pellicola pittorica e con iniezioni localizzate per garantire la riadesione di scaglie e sollevamenti di parti macroscopiche dello strato pittorico; in quest'ultimo caso dovrà essere fatta particolare attenzione sia nell'esecuzione dell'operazione, sia nella scelta del prodotto da utilizzare al fine di evitare di compromettere la riuscita dell'operazione finale di consolidamento dell'intera superficie ovvero l'impedimento dell'adeguata penetrazione del consolidante in profondità poiché ostacolato dal prodotto applicato per la riadesione di scaglie.

La risoluzione prescelta per realizzare il consolidamento dovrà essere preventivamente verificata su campioni così da poterne attestare l'effettiva efficacia, ovvero l'azione fissativa ed adesiva delle parti di colore sollevate e la compatibilità materica rispetto alle componenti costituenti il dipinto. I prodotti che potranno essere utilizzati dovranno relazionarsi alla specifica tecnica utilizzata per il dipinto (affresco o a secco) così da poter definire le giuste proporzioni delle diverse parti componenti. Il prodotto potrà essere applicato sulle superfici ricorrendo a diverse tecniche (spruzzo, impacco o a pennello) da prescegliere in funzione delle caratteristiche e dello stato di conservazione del dipinto e del supporto; per questo risulterà necessario eseguire delle campionature. Il prodotto consolidante potrà essere scelto tra: idrato di bario, caseinato d'ammonio e di calcio, silicato di potassio, esteri dell'acido silicico, resine acriliche (in solventi come acqua distillata, diluente per etilsilicato, diluente nitro ecc.) inoltre, grassello di calce, cocciopesto e carbonato di calcio micronizzato in relazione alla specificità del caso.

L'applicazione del prodotto consolidante dovrà essere effettuata con un'umidità relativa non superiore al 70% e con temperatura superficiale compresa tra +10 e +35 °C.

L'impacco risulterà adatto su dipinti a buon fresco o a mezzo fresco; a spruzzo (manuale o a

volume d'aria) su dipinti a secco, l'applicazione a pennello su limitate porzioni di dipinti a secco. Per i dipinti a secco potranno essere utilizzati prodotti inorganici in soluzione acquosa; per dipinti ad affresco potrà essere utilizzato, tra le varie soluzioni, idrato di bario in soluzione satura o caseinato d'ammonio al 5% applicati ad impacco. Le superfici non interessate dall'intervento (soprattutto quelle limitrofe) dovranno essere opportunamente protette; risulterà opportuno per questo, mettere in atto presidi con fogli di polietilene, carte ecc. e delimitare il contorno dell'area di intervento con polpa di cellulosa, impastata con poca acqua distillata, così da garantire una zona di contenimento al fine di ovviare il percolamento della sostanza consolidante.

Consolidamenti di elementi strutturali - consolidamento terreni - opere di consolidamento di area interessata allo scavo archeologico

L'operazione di consolidamento è da eseguire sia preventivamente all'inizio dello scavo archeologico al fine di evitare erosioni, frane, smottamenti, caduta di massi, allagamenti ecc., sia successivamente allo scavo per fermare in via "definitiva" eventuali situazioni limite. Di norma, se non diversamente prescritto dagli elaborati di progetto, queste operazioni di consolidamento (che si rileveranno tra le più importanti per la conservazione dei siti archeologici) potranno essere eseguite mediante metodologie e procedure derivanti dall'ingegneria naturalistica. La scelta dei materiali vivi (ossia piante erbacee, arbustive e arboree o talee di piante legnose che con le loro radici svolgeranno un'azione stabilizzante nel terreno) nonché la loro posizione dovrà essere accuratamente vagliata; inoltre, dovrà essere organizzata una manutenzione periodica, sia per verificare l'attecchimento dei materiali utilizzati, sia perché la vegetazione e le radici non si propaghino all'interno del sito arrecando danni alle strutture scavate ovvero ancora sepolte. In linea generale sono applicabili diverse tipologie di intervento, avendo l'accortezza di adattarle alle particolari condizioni relative alla specificità di singolo caso. In linea generale gli interventi più comuni possono essere divisi in:

- consolidamento al piede di accumuli terrosi: gabbioni, terre rinforzate, palificate a doppia parete;
- interventi stabilizzanti su scarpate in roccia, da rivestire con terreno: palizzate, graticciate, grate vive, mantellate viventi;
- interventi stabilizzanti su accumuli terrosi: cordonate e gradonate, viminate vive;
- rinverdimenti: impianti di alberi ed arbusti, semine ed idrosemina, posa di reti, stuoie, impietamento ecc.

Gabbioni

I gabbioni, che vengono per lo più impiegati con funzioni strutturali, necessitano, per questo, di calcoli statici per i muri a gravità; la loro peculiarità è rappresentata dalla flessibilità e dalla capacità di drenaggio delle acque per cui si adattano a sostegno delle terre franose e nelle difese fluviali. Vengono posti in opera, per lo più, a gradoni, con la disposizione geometrica sfalsata. Di norma il loro impiego è limitato alle zone con sufficiente disponibilità di materiale lapideo per il riempimento dei gabbioni stessi. Il gabbione può avere forme diverse: a parallelepipedo o cilindrico. La rete che costituisce la "gabbia" dovrà necessariamente essere di tipo zincato. Generalmente il peso proprio della gabbionata è sufficiente a mantenerla in posto, tuttavia un suo ulteriore fissaggio al

terreno può avvenire con picchetti di legno (\varnothing 5-10 mm), oppure con tondini di ferro ad aderenza migliorata (\varnothing 12-16 mm) infissi nel terreno per una profondità di circa 100 cm. Il rinverdimento dei gabbioni, a seconda delle esigenze di cantiere e le modalità costruttive della gabbionata, può avvenire o durante o dopo il riempimento; nel primo caso le talee, che dovranno avere una profondità superiore a quella del gabbione, (per raggiungere lo strato di terreno sottostante), saranno disposte a strati e alternate al pietrame di riempimento. Una volta terminato e chiuso il gabbione sarà possibile disporre uno strato di talee anche tra questo e quello sovrastante. Il rinverdimento in una fase successiva al riempimento dei gabbioni potrà avvenire mediante la costruzione, con georete tridimensionale, di sacche esterne o tasche interne al gabbione, ad esso legato con del filo di ferro.

Gradonata e cordonata viva

Opere idonee per la stabilizzazione di scarpate consistenti nella realizzazione di banchine trasversali alla linea di massima pendenza, costituite da uno scavo di contropendenza nel quale viene posto a dimora materiale vivo (talee, piantine), ricoperto con il terreno derivante dallo scavo della banchina posta a monte. Questi interventi sono caratterizzati da limitate possibilità esecutive per scarpate con roccia affiorante e sub-affiorante. In caso di impiego di talee si renderà necessaria una grande quantità di materiale vivo. Gradonata e cordonate, presentano modalità esecutive generali praticamente identiche, caratterizzate da grande semplicità e molta flessibilità nelle scelte esecutive.

Specifiche

Cordonata: nella banchina, precedentemente eseguita, verrà disposto, longitudinalmente, del tondame, al di sopra del quale verrà formato un letto di ramaglia minuta; in seguito la ramaglia verrà ricoperta con uno strato di terreno, al di sopra del quale verrà riposto uno strato continuo di talee. Si differenzia dalle gradinate per maggiori apporti di materiale ed un notevole aumento di lavoro e costi, ma consente di aumentare la stabilità superficiale del versante e migliora le condizioni pedologiche, di instabilità e di ristagno idrico.

Gradonata con talee: nella banchina, precedentemente eseguita, verrà disposto uno strato continuo di talee (20- 30 talee/ml), ortogonale alla linea di massima pendenza, successivamente interrato con il materiale derivante dallo scavo della banchina superiore. È un intervento caratterizzato da notevole semplicità e funzionalità e a basso costo. Le limitazioni applicative sono dovute all'eventuale scarsa disponibilità di talee.

Gradonata con piantine: nella banchina, precedentemente eseguita, verranno disposte 4-5 piantine/ml. Intervento semplice, funzionale ed economico; non potendo ottenere l'immediata funzione di rinforzo dello strato superficiale del terreno, si rende necessario porre a dimora tondame reperito il loco e/o ramaglia anche morta ma che consenta di sviluppare la scarpata in attesa dello sviluppo delle piantine.

Grate vive

Tecnica di consolidamento particolarmente indicata in aree a rischio di frana, su scarpate e versanti in erosione molto ripidi (pendii e/o sponde con acclività compresa tra i 45° e i 60°) con substrato compatto, essa si compone dei medesimi elementi (tondame ligneo e talee) della palificata viva ma se ne diversifica per la disposizione. La grata, di norma a

forma quadrangolare, si costituirà di elementi lignei di vari diametri posti seguendo la configurazione di una scala a pioli lungo le linee di livello, ovvero di massima pendenza, così da garantire un radicamento nel suolo dell'intera struttura. Dopo aver posizionato la grata si provvederà a piantare le talee le quali avranno, tra l'altro, la funzione di ancorare maggiormente la grata lignea al terreno. Per grate di piccole dimensioni può essere impiegato legname di specie a riproduzione vegetativa per dar luogo a strutture viventi. Si tende comunque a sfruttare il materiale facilmente reperibile in loco. L'altezza massima possibile per le grate vive è di circa 15 m.

Impiottamento

Metodologia di consolidamento attraverso la quale si interverrà sui pendii mediante piante erbose. Le piote (ovvero pezzi quadrangolari di manto erboso piuttosto compatto) dovranno essere allocate in scarpate ricoperte di uno strato sottile di terra. L'operazione dovrà, se non diversamente specificato dal *Direttore dei lavori*, essere eseguita in primavera con zolle posizionate con giunti molto compatti, preferibilmente alternati con picchetti di legno lunghi circa 50-60 cm per ogni metro quadrato.

Mantellate viventi

Previo inserimento di picchetti lignei (lunghezza circa 50-60 cm) distanziati di circa 70-80 cm e sporgenti dal terreno di 10-15 cm si procederà alla messa in opera di verghe (talee con getti elastici poco o non ramificati) ed astoni (talee con getti apicali muniti di gemme terminali) di salice (lunghezza di circa 150-160 cm) disposte ortogonalmente tra di loro al fine di coprire il suolo interessato all'intervento. Dopo aver legato le verghe e gli astoni con rete di acciaio si provvederà di nuovo alla battitura dei picchetti così da comprimere ulteriormente l'intreccio di aste. Preparato questo "fondo" compatto si procederà alla messa in opera di uno strato di terra di almeno 10 cm.

Palificata viva

Operazione realizzata con tondame ligneo (di norma Ø 10-25 cm) e talee. Il legname dovrà essere disposto in maniera orizzontale lungo la linea di livello e dovrà, altresì, essere collegato ortogonalmente con altri elementi lignei così da dar vita ad una o più pareti tali da presentare una contropendenza pari almeno a 10° rispetto alla verticale. Nel caso di palificate a parete semplice (ovvero al di sopra di una superficie di posa predisposta a forma di banchina), si posizionerà un palo di legno sul quale si apporranno le tenaglie, costituite da legni con le estremità appuntite, che andranno infisse nel terreno. Dietro specifica indicazione del *Direttore dei lavori* si dovrà provvedere alla messa in opera di doppia parete, ovvero all'inserimento di un secondo piano di pali posti a distanza di circa 100-120 cm verso l'interno della parete. Nelle fessure dovranno, necessariamente, essere poste le talee o altri rami di specie legnosa in ogni caso dotati di capacità vegetative così da sostituirsi, nel tempo, al tondame ligneo che andrà a marcire.

Specifiche

In presenza di una buona manutenzione (taglio periodico delle piante al fine di impedire l'appesantimento delle ceppaie) si possono raggiungere accettabili condizioni di stabilità per pendenze del parametro esterno dell'ordine dei 60°. La formazione di palificate vive a doppia parete, presuppone la possibilità di realizzare manufatti di considerevole spessore (almeno di 150 cm); in presenza di limiti di spazio, risulta difficoltoso

realizzare l'opera senza incidere negativamente sulla parte del pendio già consolidata.

Terre rinforzate

Metodologia utilizzata per modellamenti e ricostruzioni di sponda e di versante. Si impiegheranno terreni ed inerti con interposti strati di materiali geosintetici (reti; feltri; stuoie; griglie; tessuti ecc.) in modo da migliorare indirettamente le caratteristiche geotecniche dei terreni. I campi applicativi sono generalmente nei consolidamenti di frane, nelle ricostruzioni di pendio e porzione di versante, nella formazione di terrapieni consolidati per rilevati stradali.

Le fasi costruttive comprendono:

- posa del materiale di rinforzo;
- formazione del rilevato in terra per spessori variabili da 40 a 100 cm;
- sagomatura del fronte terroso con la corretta inclinazione ed il risvolto del foglio di rinforzo;
- posa del successivo foglio in materiale di rinforzo.

La fase più delicata, che risiede nella realizzazione di un corretto modellamento del fronte a vista, è agevolata nel caso di utilizzo di elementi in rete metallica. La posa del materiale vegetale, talee e piantine, può essere realizzata tra gli strati successivi di lavorazione, in corrispondenza del contatto tra i geotessili o reti.

Specifiche

Con il termine “rete”, si intende una struttura costituita da fili intrecciati in trama ed ordito, mentre il termine “stuoia” o “feltro” individua strutture costituite da un tessuto continuo di fibre vegetali, spesso associato a rete in materiale biodegradabile o sintetico.

Viminate

Sistemazione stabilizzante lineare su pendio con sviluppo a file orizzontali o incrociate; nel secondo caso l'incrocio può avvenire in diagonale e formare una struttura a losanghe, oppure ad angolo retto e formare dei quadrati. L'intreccio è costituito da verghe aventi capacità vegetative (talee con getti elastici poco o non ramificati) e viene fissato al terreno mediante picchetti di legno (di norma Ø variabile da 3 a 10 cm e lunghezza 80-100 cm) sporgenti dal terreno di almeno 5-10 cm; in alternativa al picchetto in legno potranno essere impiegati tondini di ferro.

Intervento adatto in caso di modeste frane ed erosioni. A causa dei costi elevati rispetto agli altri interventi di stabilizzazione e del limitato numero di specie indicate all'uso, questo intervento è consigliato solo quando si rende necessario un effetto immediato di trattenuta del terreno. Di norma attecchiscono in modo positivo solo le viminate interrate completamente, in quanto le verghe disposte in superficie sono soggette a notevoli disseccamenti. Nel caso di sistemazioni con viminate a disposizione lineare orizzontale, si rende spesso necessario integrare questo intervento con tecniche di copertura superficiale del terreno.

Consolidamento mura

Premessa metodologica

Le tecniche d'intervento per il consolidamento delle strutture in muratura devono essere prescelte in riferimento a delle riflessioni operate sulla prioritaria necessità di salvaguardare testimonianze della tradizione edile rappresentative non solo per se stesse

ma anche di un insieme accomunato dagli stessi aspetti caratterizzanti; quindi, pur tenendo conto delle necessità imposte dalle normative vigenti riguardo agli adeguamenti strutturali e, soprattutto, sismici dovrà essere fatta particolare attenzione al fine di non stravolgere la struttura al punto di perdere la sua originale conformazione. La richiesta e la necessità di ridare “sicurezza” ed efficienza alla costruzione non dovrebbe comportare necessariamente il mutamento, in alcuni casi radicale, degli aspetti costruttivi dell’apparato murario, così come erroneamente accade sovente, dove i setti portanti vengono privati dell’originale funzione strutturale e trasformati in tamponature di “rassicuranti” aggiunte strutturali in cemento armato. L’intervento di consolidamento non deve tradursi nell’introduzione di strutture che, pur garantendo una elevata resistenza meccanica, risultano corpi estranei per la muratura; l’incompatibilità materica genera un ibrido strutturale che difficilmente può mantenere un comportamento solidale in presenza di sollecitazioni.

Questo dato, comprovato da interventi passati decisamente intrusivi, ha fatto riflettere su come sia sconsigliabile attuare a priori un consolidamento prescindendo dalla conoscenza dei materiali e della relativa tecnica costruttiva di messa in opera.

L’intervento dovrà, infatti, essere redatto in riferimento a delle indagini preventive indirizzate all’effettiva conoscenza della struttura, gli approfondimenti dovranno essere di tipo storico, indispensabili sia per capire a fondo la tecnica costruttiva, sia per poter delineare la panoramica dei vari avvicendamenti subiti nel corso degli anni come, ad esempio, interventi precedenti relazionati a problemi congeniti o legati ad eventi sismici, e di natura diagnostica che saranno finalizzati alla conoscenza del reale stato conservativo dei materiali. Delle diverse tipologie di indagini diagnostiche sarà preferibile ricorrere a quelle non distruttive, onde evitare asportazioni, anche se ridotte, di materiale che in alcuni casi potrebbero implicare l’aggravarsi del precario equilibrio strutturale. La fase conoscitiva della struttura dovrà essere in grado di rilevare i punti critici, quelli più delicati, la presenza di cavità, discontinuità materiche, vuoti ecc. al fine di poter modificare l’intervento, adattandolo alle necessità dettate dalla struttura. Capire, inoltre, le eventuali sollecitazioni che potranno colpire la struttura in tempi futuri aiuterà a definire interventi puntuali e, soprattutto, cautelativi in modo da rendere meno vulnerabile l’organismo nei confronti di futuri stati tensionali. Notizie utili potranno essere ricavate anche dalla lettura stratigrafica delle murature poiché i dati desunti potranno svelarci il susseguirsi delle attività antropiche avvallando o smentendo quanto appreso dalle notizie storiche.

Tenendo presente che le diverse tecniche costruttive cambiano, in base al periodo di costruzione, da luogo a luogo relazionandosi alla tipologia di materiale locale disponibile, al reperimento dello stesso e soprattutto in diretta connessione con l’abilità delle maestranze nell’eseguirle, non è da escludere che si possano rilevare, tra le diverse tecniche, varianti sostanziali, per cui, nonostante le numerose analisi e ricerche preventive operate e considerata la concomitanza di questi fattori, la messa a punto dell’intervento potrà concretamente essere operata solo a cantiere aperto, interagendo materialmente con la struttura. Il consolidamento dovrà tenere conto dei fattori principali che hanno caratterizzato la resistenza e il comportamento statico della muratura, tra i

quali la natura dei materiali, la caratteristica delle malte di allettamento, la tipologia di messa in opera e la sezione della muratura.

A parità di tipologia di dissesto, tra le varie risoluzioni disponibili, il Tecnico dovrà scegliere quella più confacente alla specifica tipologia di apparecchio murario da consolidare; le eventuali sostituzioni di porzioni eccessivamente ammalorate o l'introduzione di elementi di irrigidimento dovranno essere operate, non solo nel pieno rispetto della struttura, ma soprattutto tenendo conto dei limiti imposti dalla sua intrinseca conformazione e comunque, laddove l'irrigidimento strutturale, per ovvie ragioni pratiche relazionate al caso specifico, non potrà essere realizzato in piena rispondenza con quanto sino ad ora esposto, potrà risultare consona al caso garantire, almeno in parte, la possibilità di rendere l'intervento reversibile.

Operazioni di consolidamento apparecchi murari

Generalità

Le procedure di consolidamento dovranno essere giudicate compatibili dal Direttore dei lavori e dagli organi competenti per la tutela del bene, inoltre dovranno essere riconoscibili e distinguibili dai manufatti originari ed eseguite in modo da garantire una loro, eventuale, reversibilità.

Le procedure che seguiranno daranno le indicazioni, ed i criteri generali, circa le metodologie d'intervento per i consolidamenti statici, mossi dal fine sia di aumentare le caratteristiche di resistenza dei setti murari, sia di ridurre eventuali tensioni indotte nei materiali da forze esterne. Il rilievo del quadro fessurativo, da aggiornare a cura dell'Appaltatore in corso d'opera, costituirà il fondamento essenziale per la corretta impostazione delle adeguate operazioni di salvaguardia e di risanamento statico: il rilievo e il controllo delle lesioni dovranno essere eseguiti con appropriati strumenti al fine di verificare con esattezza se il dissesto sia in progressione accelerata, ritardata o uniforme, oppure se sia in fase di fermo, in una nuova condizione di equilibrio. Nel caso d'avanzamento accelerato del dissesto si potrà rivelare utile un intervento di emergenza attraverso idonei presidi provvisori, in conformità alle disposizioni del Direttore dei lavori. Nel caso, invece, di arresto e di una nuova conformazione di equilibrio sarà doveroso controllare il grado di sicurezza dello stato di fatto, per operare in conformità della prassi prescritta negli elaborati di progetto; vale a dire protocolli indirizzati a stabilizzare la fabbrica nell'assetto raggiunto, o integrare gli elementi strutturali con consolidamenti locali o generali al fine di preservare, con un conveniente margine, la sicurezza di esercizio. Gli interventi di consolidamento dovranno essere realizzati in quelle porzioni dell'apparecchio murario affette da dissesto (lesione isolata o quadro fessurativo complesso) o caratterizzate da fenomeni d'indebolimento locale quali, ad esempio la presenza di canne fumarie o intercapedini di qualsiasi genere, carenze di ammorsature ai nodi, ecc. In linea generale gli interventi strutturali sulle pareti murarie, ove sarà possibile, dovranno utilizzare materiali con caratteristiche fisico-chimiche e meccaniche analoghe a quelle dei materiali in opera, o quantomeno il più compatibile possibile.

Opere di presidio (puntelli, centinature e armature provvisionali)

La procedura di consolidamento provvisoriale (puntellamento) dovrà, necessariamente,

garantire condizioni provvisorie di sicurezza nei manufatti dissestati (ovvero ridotti allo stato di rudere) sia durante l'esecuzione delle indagini preliminari necessarie per redigere il progetto di consolidamento che durante le eventuali successive procedure di consolidamento definitivo. I suddetti lavori di puntellamento dovranno, altresì, assolvere il duplice requisito di efficacia ed economia.

Le opere di presidio saranno eseguite, se non diversamente specificato dal *Direttore dei lavori*, o in legname (di norma legname tondo per armature in ragione della sua facile lavorabilità, della sua notevole resistenza e del suo basso peso specifico) o in pali di ferro (tubi "innocenti" uniti con giunti bullonati da preferire al legno qualora la struttura da presidiare sia molto alta rispetto al piano sul quale è previsto il trasferimento dei carichi; il sistema tubo-giunto, inoltre, presentando uno schema strutturale molto chiaro, faciliterà il calcolo della struttura).

Gli elementi verranno messi a contrasto con l'organismo murario da presidiare, cercando di evitare la formazione di punti singolari di forza, mediante una diffusione del carico della muratura o ad un'altra struttura muraria in migliori condizioni statiche, oppure all'esterno della struttura muraria sul terreno limitrofo. Nel primo caso si renderà necessario rafforzare le porzioni circostanti e sottostanti la zona puntellata (ad es. puntellando anche i vani sottostanti fino a quello cantinato ovvero murando i vani sottostanti a quello presidiato) così da evitare che il trasferimento dei carichi su una muratura, che potrebbe essere di per sé già non in perfette condizioni statiche, provochi in questa dissesti con eventuali ripercussioni a catena.

La struttura di contrasto a diretto contatto con l'apparecchio murario da sostenere con il puntellamento dovrà essere costituita, se non diversamente specificato dal *Direttore dei lavori*, da un tavolato ligneo (se non diversamente specificato, di spessore 30-40 mm) in ragione della migliore adattabilità che questo materiale presenta ad una qualsiasi superficie; qualora la superficie da presidiare fosse particolarmente delicata ovvero decorata con pittura ad affresco o con altra tecnica pittorica o presentasse superfici a mosaico sarà necessario anteporre al tavolato ligneo uno "spessore" di materiale soffice, quale ad esempio gommapiuma od altro materiale ritenuto idoneo dal *Direttore dei lavori*.

I puntelli che svolgeranno un'azione di sostegno (per "resistere" a carichi verticali o spostamenti verticali che la struttura subisce a causa del dissesto come ad es. cedimenti di fondazione, rotture di architravi ecc.) di strutture orizzontali (solai, davanzali, travature ecc.) saranno costituiti da ritti verticali (candele capaci di reagire, senza deformarsi, a sforzi normali) posti a contrasto con la struttura e da traversi che contrastino, a loro volta, l'eventuale slittamento dei ritti; in alternativa ai puntelli lignei potranno essere utilizzati anche elementi metallici a "T", ovvero i cosiddetti ritti di cantiere ("cristi") normalmente impiegati per sostenere la messa in opera di orizzontamenti piani. I puntelli di sostegno potranno anche essere costituiti da aste inclinate (ad es. per la messa in opera di fascio radiale per contrastare, in posizione di sostegno, i cedimenti e le deformazioni di volte e di archi) la cui inclinazione sarà variabile in ragione della disponibilità di spazio, all'altezza, alla massa della parete ovvero dell'elemento da sostenere e allo sforzo cui sarà sottoposto. Prima di predisporre questo

particolare presidio provvisorio si renderà indispensabile accertare la sola verticalità delle azioni deformative in quanto una puntellatura di solo sostegno, in presenza di moti traslatori di natura diversa, potrebbe arrecare essa stessa danni ulteriori alle strutture.

Nel caso in cui le strutture di presidio dovessero assolvere l'azione di ritegno di strutture verticali (per fronteggiare movimenti di traslazione orizzontale, in presenza o meno di rotazione quali, ad esempio, ribaltamento di pareti) potranno essere costituite da aste inclinate a testa semplicemente aderente; al fine di evitare lo scorrimento del puntello sull'apparecchio murario sarà necessario che l'angolo d'inclinazione dell'asta non sia maggiore dell'angolo d'attrito tra la muratura e la stessa asta. Allorché la testa del puntello sia posta molto in alto, il puntello dovrà necessariamente diventare una struttura reticolare (in questo caso sarà preferibile utilizzare un sistema tubo-giunto in luogo di puntelli lignei), così da limitare la lunghezza libera di inflessione degli elementi che lo compongono. Al fine di evitare rischi che potrebbero arrecare danni alla stabilità ed alla integrità degli edifici limitrofi dovrà essere, dove possibile, evitata la messa in opera di dispositivi orizzontali ed inclinati a contrasto con manufatti prospicienti.

Nel caso in cui il puntello sia tenuto a impedire lo spanciamiento di una parete sarà necessario che esso venga posto in modo che il suo asse incontri la spinta in mezzaria del maschio murario, così da eludere effetti flessionali sul maschio stesso. In questa specifica situazione il puntello sarà soggetto ad un carico uguale alla componente orizzontale della spinta.

Qualora le opere di presidio dovessero svolgere la doppia funzione di sostegno e ritegno (per contrastare stati in cui ai carichi verticali si uniscono spinte di archi e volte che tendono al ribaltamento del muro) sarà necessario predisporre puntelli con disposizione inclinata e con innesti tesi a contrastare sia movimenti di traslazione verticale sia di rotazione.

I puntelli semplici e doppi potranno essere impiegati singolarmente, in coppia ovvero in gruppo connessi con elementi trasversali e di controventatura, così da presidiare porzioni di manufatti anche molto ampie.

In linea generale i puntelli dovranno soddisfare le seguenti condizioni:

alleviare la struttura di parte del carico; questa quota di carico potrà, in caso di emergenza, essere stimata con semplici considerazioni intuitive che normalmente dovranno tener conto della natura, della gravità e dell'estensione del dissesto, nonché del rapporto tra pieni e vuoti della muratura sovrastante e sottostante il punto di azione del puntello;

essere rigidamente vincolati alle strutture da presidiare con l'estremità (testa) e con l'altro estremo (piede) ad una base di appoggio (interna od esterna alla struttura) capace di ricevere l'azione assiale del puntello senza deformarsi. Al fine di assolvere la suddetta condizione occorre predisporre per la testa dei cunei lignei (biette) di essenze dure, al fine di mettere in forza i puntelli, mentre per il piede si predisporrà una adeguata piastra di distribuzione (fondazione) così da evitare che un eventuale cedimento del terreno provochi la perdita di contrasto da parte del puntello; la base, che dovrà risultare normale ai puntelli, potrà essere costituita da travi o assiti lignei (2 o più, spessore minimo di ogni tavola 30-40 mm) normali tra loro, il puntello sarà vincolato al tavolato mediante gattello ligneo con chiodatura alla "traditoria" ovvero con picchetto ligneo incastrato nel terreno e legato con fasciatura metallica. Nel caso in cui i puntelli scarichino direttamente su

terreni incoerenti o molto irregolari in superficie, sarà preferibile predisporre una fondazione in muratura o in c.a.;

essere stabili sia alla compressione che alla pressoflessione;

essere costituiti da materiale avente caratteristiche termiche ed igrometriche analoghe a quelle delle strutture da presidiare così da non vanificare la validità del puntellamento ovvero arrecare degrado alle parti da restaurare.

I sistemi di puntellamento delle strutture voltate o arcuate (centinature provvisionali) varieranno secondo il tipo di struttura e di dissesto, di norma si seguiranno i seguenti criteri:

- a) per le volte a botte le centinature dovranno essere disposte su piani paralleli e perpendicolari alle loro generatrici;
- b) per le volte a padiglione si disporranno due centine principali lungo gli spigoli e le altre su diversi piani verticali passanti per la chiave della volta e diretti perpendicolarmente ai lati del perimetro di base;
- c) per le volte a crociera si dovrà predisporre l'armatura su ciascuna delle volte a botte da cui origina; si metteranno in opera quattro centine perimetrali unite da due centine diagonali, disposte secondo gli spigoli risultanti dall'intersezione delle due botti;
- d) per le volte a vela si disporranno quattro centine perimetrali al fine di sostenere gli archi di imposta, ad esse si uniranno altre centine centrali, di norma disposte radialmente a sostenere l'intradosso della volta;
- e) per le cupole le centine prenderanno di norma la forma di ampie incastellature, controventate in diverse direzioni e sorrette da numerosi candele e puntelli.

In linea generale non si dovrà puntellare mai la chiave se cede una spalla così come mai i reni se si prevede di rimuovere i rinfianchi.

Specifiche sui campi di applicazione

Le opere di presidio potranno essere messe in opera, a seconda delle esigenze, per demolizioni totali o parziali, per rimozioni, per consolidamenti in opera, nonché per eludere crolli improvvisi ovvero messa in sicurezza di masse murarie (solai, davanzali, volte, portali) o di terreno, per ritenimento di murature soggette a movimenti deformanti ed infine per assicurare l'integrità fisica degli addetti.

Avvertenze

Nel caso non ci siano le condizioni per affrontare una progettazione accurata del sistema di puntellamento sarà necessario demandare alla prassi esecutiva corrente la messa in opera del puntellamento provvisorio, in questo caso dovrà essere obbligatorio far svolgere i lavori di presidio sotto il continuo controllo da parte del Tecnico incaricato del consolidamento definitivo.

Non di rado le opere di presidio saranno lasciate in opera per molto tempo, per tale motivo si renderà necessario predisporre adeguate protezioni al fine di evitare che le armature ovvero i puntelli possano deteriorarsi e/o perdere la loro efficacia e di conseguenza diventare essi stessi causa di nuovi dissesti per le strutture. Le opere di presidio dovranno, altresì, essere in grado di non trasmettere improprie sollecitazioni sia al manufatto oggetto di intervento sia a quelli limitrofi. Particolare attenzione dovrà, infine, essere fatta nella fase di rimozione delle armature di sostegno le quali dovranno essere

“munite” di idonei dispositivi (ad es. cunei lignei) che, se in precedenza sono stati utili al fine di posizionare e controllare la messa in opera delle stesse, si rileveranno altresì utili per agevolare le operazioni di disarmo.

Specifiche

Per ulteriori dettagli su armature e sbatacchiature si rimanda a quanto enunciato nell’articolo inerente le armature degli scavi.

Art. 92 Protezioni e trattamenti superficiali

Premessa metodologica

Gli interventi di protezione devono assolvere principalmente il ruolo di salvaguardare il materiale dall’aggressione degli agenti naturali esterni (infiltrazioni d’acqua, depositi superficiali di sostanze nocive ecc.) e/o di natura antropica, ricorrendo all’uso di tecniche consone ad ogni caso specifico. Eseguite generalmente a compimento dell’intervento conservativo, le protezioni possono essere concepite sia come veri e propri presidi (schermi, tettoie, barriere ecc.) inseriti con l’intento di ostacolare l’innescarsi di patologie degenerative, proteggendo il manufatto in modo da ovviare direttamente alle cause di degrado, sia come applicazioni superficiali di materiali sacrificali, compatibili con la preesistenza, deteriorabili nel tempo.

Lo scopo di entrambe le risoluzioni è quello di difendere i materiali da diversi fattori, in molti casi concomitanti, come l’attacco fisico-chimico operato dagli agenti atmosferici e dalle sostanze nocive veicolate da questi, dalle azioni di organismi vegetali e animali, dai raggi ultravioletti, aerosol marini ecc. Fondamentalmente lo scopo principale richiesto alle operazioni di protezione è quello di impedire il passaggio dell’acqua all’interno del materiale e, allo stesso tempo, ostacolare l’aggressione degli inquinanti atmosferici; per fronteggiare entrambi i fattori i prodotti utilizzati devono presentare i requisiti di idrorepellenza, reversibilità, traspirabilità, assenza di sottoprodotti dannosi e stabilità alle radiazioni UV. L’idrorepellenza è determinante al fine di evitare i degradi connessi alla penetrazione dell’acqua come i fenomeni ciclici di gelo e disgelo, la cristallizzazione dei sali solubili (efflorescenze saline, subefflorescenze ecc.) e la veicolazione di sostanze nocive; la reversibilità deve essere concepita come la possibilità di poter rimuovere il prodotto (applicato superficialmente) in caso si dovessero verificare, nel tempo, indesiderati e nocivi effetti collaterali (“effetto bagnato” ovvero un’alterazione cromatica dell’aspetto originale); la traspirabilità è altrettanto incisiva per la riuscita dell’operazione, poiché il protettivo applicato non deve ostacolare il passaggio del vapore acqueo presente nei muri ma deve consentirne il regolare deflusso, così da mantenere costanti i valori igrometrici delle strutture evitando pericolosi ristagni interni d’acqua. I prodotti adatti ad assolvere queste funzioni devono presentare, necessariamente, una buona compatibilità materica con il supporto così da avere comportamenti fisico chimici simili mentre, per quanto concerne l’impatto visivo, le protezioni possono essere concepite sia come apporti totalmente trasparenti e neutri tali da consentire la totale leggibilità del supporto (sostanze principalmente di natura organica o a base di silicio) sia, come degli strati la cui funzione di protezione, (scialbature, velature, sagomature, ecc.) nasconderà in parte la superficie muraria. La

scelta di una delle due soluzioni a discapito dell'altra è strettamente connessa alla metodologia d'intervento scelta a discrezione del tecnico. Le superfici lapidee, inoltre, possono essere trattate con sostanze chimiche analoghe a quelle impiegate per il consolidamento, stese a formare una barriera superficiale trasparente ed idrorepellente capace di impedire o limitare considerevolmente il contatto con sostanze patogene esterne, ma al contempo di non eliminare la traspirabilità e la permeabilità al vapore acqueo.

Nel caso di preesistenti trattamenti protettivi coprenti si potrà decidere o di ripristinarli nelle parti dove sono venuti a mancare, così come in origine (diversificando, se ritenuto opportuno, il nuovo dal vecchio) o lasciare l'apparecchio a vista, accettandone il mutamento come fattore essenziale dell'aspetto della struttura, e proteggerlo ricorrendo a trattamenti neutri.

Generalmente le protezioni hanno una durata limitata nel tempo; risultano efficaci per un periodo che va dai 5 ai 10 anni dopodiché vengono a mancare le caratteristiche di idrorepellenza, per questo si rende necessario la messa in opera, previa la totale asportazione dei residui rimasti sulla superficie, di un nuovo intervento protettivo. Per questo motivo, l'applicazione programmata nel tempo dei cicli protettivi deve essere inserita nei programmi di manutenzione periodica.

Operazioni di protezione dei materiali lapidei

Con il termine "materiale lapideo" dovranno sempre essere intesi (in accordo alle raccomandazioni NorMaL) oltre che i marmi e le pietre propriamente detti, anche gli stucchi, le malte, gli intonaci (affrescati, dipinti a secco, graffiti) ed i prodotti ceramici come laterizi e cotti.

1. Generalità

Considerato l'impatto e il ruolo attribuito ai protettivi la loro scelta dovrà essere operata sulla base dei risultati delle analisi di laboratorio realizzate su campioni di materiale; i provini dovranno essere preservati così da essere in grado di valutare l'effettiva efficacia e la durata nel tempo. Le campionature pre-intervento eseguite sotto il controllo del Direttore dei lavori dovranno, necessariamente, essere catalogate ed etichettate; su tale etichetta dovranno essere riportati la data di esecuzione, il tipo di prodotto e/o le percentuali dell'impasto utilizzato, gli eventuali solventi e di conseguenza il tipo di diluizione o di concentrazione utilizzato, le modalità ed i tempi di applicazione.

La durata e l'inalterabilità del prodotto dipenderanno, principalmente, dalla stabilità chimica e dal comportamento in rapporto alle condizioni igrotermiche e all'azione dei raggi ultravioletti. L'alterazione dei composti, oltre ad essere determinante sulle prestazioni, potrà portare alla composizione di sostanze secondarie, dannose o insolubili, che invalideranno la reversibilità del prodotto.

2. Applicazione di impregnante idrorepellente

La procedura dovrà essere eseguita alla fine del ciclo di interventi previsti e solo in caso di effettivo bisogno, su apparecchi murari e manufatti eccessivamente porosi esposti sia agli agenti atmosferici, sia all'aggressione di umidità da condensa o di microrganismi animali e vegetali.

L'applicazione si effettuerà irrorando le superfici dall'alto verso il basso, in maniera

uniforme ed abbondante fino a completa saturazione del supporto. Le mani da applicare dipenderanno dalla capacità di assorbimento del supporto, in ogni caso non potranno essere inferiori a due passaggi (consumo variabile da 0,2 a 1 l/m²). L'intervallo di tempo tra le varie applicazioni potrà variare, fermo restando che la mano precedente sia stata completamente assorbita; di norma i prodotti saranno applicati:

- a spruzzo, tramite l'utilizzo di apposite apparecchiature in grado di vaporizzare il liquido messo in pressione manualmente o da pompa oleo-pneumatica;
- a pennello morbido o rullo sino a rifiuto, utilizzando i prodotti in soluzione particolarmente diluita, aumentando gradualmente la concentrazione sino ad oltrepassare lo standard nelle ultime mani. Sarà utile alternare mani di soluzione delle resine (se in solvente) a mani di solo solvente per ridurre al minimo l'effetto bagnato (per maggiori dettagli sulle tecniche d'applicazione si rimanda a quanto detto nell'articolo sul consolidamento per impregnazione).

Se non diversamente specificato negli elaborati di progetto il trattamento protettivo dovrà essere applicato su supporti puliti, asciutti, privi d'umidità e di soluzioni di continuità (fessure superiori di 0,3 mm dovranno essere adeguatamente stuccate come da articoli specifici) a temperature non eccessivamente alte, intorno ai 20 °C (possibilmente su apparecchi murari non esposti ai raggi solari) al fine di evitare una brusca evaporazione dei solventi utilizzati. I prodotti utilizzabili, di norma, dovranno possedere un basso peso molecolare ed un elevato potere di penetrazione; buona resistenza all'attacco fisico-chimico degli agenti atmosferici; buona resistenza chimica in ambiente alcalino; assenza di effetti collaterali e di formazione di sottoprodotti di reazione dannosi (produzione di sali); perfetta trasparenza ed inalterabilità dei colori; traspirazione tale da non ridurre, nel materiale trattato, la preesistente permeabilità ai vapori oltre il valore limite del 10%; dovranno risultare atossici.

Sarà sempre opportuno, a trattamento avvenuto, provvedere ad un controllo (cadenzato nel tempo) mirato a valutare la riuscita dell'intervento, così da verificarne l'effettiva efficacia. La pluralità del potere idrorepellente sarà direttamente proporzionale alla profondità di penetrazione all'interno dei materiali. Penetrazione e diffusione del fluido dipenderanno, quindi, dalla porosità del materiale, dalle dimensioni e dalla struttura molecolare della sostanza impregnante in relazione al corpo poroso (pesanti macromolecole ricche di legami incrociati non attraverseranno corpi molto compatti e si depositeranno in superficie), dall'alcalinità del corpo poroso, dalla velocità e catalisi della reazione di condensazione (prodotti fortemente catalizzati possono reagire in superficie senza penetrare nel supporto).

Specifiche sui materiali

I protettivi più efficaci per materiali lapidei (naturali ed artificiali tipo intonaci e cotti) apparterranno fondamentalmente alla classe dei composti organici (resine fluorurate, acril-siliconiche e poliuretaniche) e dei composti a base di silicio; la scelta dovrà, necessariamente, essere operata in relazione alle problematiche riscontrate, così come la quantità ottimale di protettivo sarà determinabile in via sperimentale su superfici campione; orientativamente su intonaco di calce nuovo asciutto saranno sufficienti 100-140 g/m² di soluzione protettiva. Nel caso di manufatti lapidei ovvero intonaci a calce di

particolare valore storico-artistico dovranno, necessariamente, essere seguite scrupolosamente le raccomandazioni di norma vigenti.

I prodotti utilizzabili per i trattamenti di protezione, di norma, dovranno possedere le seguenti caratteristiche comprovate da prove ed analisi da eseguirsi in situ o in laboratorio:

- a) basso peso molecolare ed elevato potere di penetrazione;
- b) buona resistenza all'attacco fisico-chimico degli agenti atmosferici;
- c) buona resistenza chimica in ambiente alcalino;
- d) assenza di effetti collaterali e di formazione di sottoprodotti di reazione dannosi (produzione disali);
- e) perfetta trasparenza ed inalterabilità dei colori;
- f) traspirazione tale da non ridurre, nel materiale trattato, la preesistente permeabilità ai vapori oltre il valore limite del 10%;
- g) non tossicità;
- h) reversibilità.

Normalmente un trattamento protettivo ha una durata massima di circa 5-6 anni, è, pertanto, consigliabile programmare una attenta manutenzione ordinaria ogni 4-5 anni. Per le caratteristiche dei protettivi fluorurati così come per quelli a base di resine acril-siliconiche si rimanda alle specifiche dell'articolo inerente il consolidamento dello strato corticale mediante impregnazione.

3. Tinteggiatura alla calce (scialbatura)

La tinteggiatura alla calce potrà essere utilizzata in ambienti interni ed esterni a patto che 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 e 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); dovrà essere 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/cm²) 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 resine acriliche). 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). La tinteggiatura alla calce, perde 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.

Prima di procedere all'operazione di tinteggiatura dovranno essere verificate le condizioni del supporto che dovrà presentarsi pulito, ben aderente, privo di depositi superficiali, macchie di umidità e patine di smog; a tal fine sarà opportuno eseguire uno o più cicli di pulitura 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 sarà opportuno procedere 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, eccessivo 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 di pennelli, la stesura dovrà procedere sempre nella stessa direzione (da sinistra a destra, o dall'alto verso il basso). La tinta dovrà essere frequentemente mescolata, al fine di evitare il deposito del materiale, e protetta da luce, aria e polvere durante gli intervalli di lavoro, così da evitare alterazioni che potrebbero produrre variazioni di tonalità; andrà, in ogni caso tenuto presente che sarà da evitare di 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.

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

Al fine di ovviare veloci degradi, dovuti agli agenti atmosferici ed inquinanti, dopo che la tinta si sia asciugata e comunque non prima di circa quattro settimane, sarà consigliabile provvedere alla stesura di una mano di protettivo a base di silossani ovvero, dietro specifica indicazione del *Direttore dei lavori*, mani successive di soluzioni di silicato di potassio.

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 dovesse adattarsi alla tonalità di colore di una preesistente tinteggiatura "storica" alla calce si ricorda che con l'uso dei pigmenti artificiali difficilmente potrà essere riprodotto 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 naturale 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; quest'ultima operazione sarà da eseguire con cura specialmente durante la stagione estiva ed in presenza diretta di irraggiamento solare, così da evitare il fenomeno della "bruciatura" che comprometterebbe il risultato finale. La tinteggiatura a calce non dovrà essere applicata su supporti contenenti gesso né su superfici cementizie od intonacate con malte a base di cemento.

Nel caso di messa in opera di formulato con percentuali di resina acrilica sarà necessario invertire la procedura tradizionale, ovverosia 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. Nel caso in cui la tinteggiatura avvenga su superfici esterne sarà necessario, dopo aver terminato l'applicazione, proteggere la superficie per alcuni giorni da eventuali piogge al fine di evitare "sbiancamenti" dovuti alla migrazione dell'idrossido di calcio.

Nel caso invece di applicazione in ambienti interni sarà consigliabile, dopo avere terminato l'applicazione, arieggiare i locali per alcuni giorni per favorire l'indurimento del legante mediante il processo di "carbonatazione". 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. Applicare, pertanto, la tinta con temperature del supporto comprese tra i +5 °C ed i +30 °C e con umidità relativa inferiore all'80%; non tinteggiare in presenza di forte vento.

4. Trattamento all'acqua sporca (velatura)

Questo tipo di trattamento potrà avere la funzione di protettivo (e allo stesso tempo blando consolidante) su materiali come pietre, laterizi ed intonaci. L'applicazione acquosa del latte di calce (idrossido di calcio) dovrà essere realizzata su superfici perfettamente pulite (seguendo le metodologie indicate nell'articolo specifico sulle puliture) e, se necessario, consolidate (per maggiori dettagli si rimanda all'articolo inerente il consolidamento degli intonaci mediante iniezioni e a quello inerente i rappezzi d'intonaco); il supporto, infatti, dovrà presentarsi privo di lacune con le fessure di piccole dimensioni opportunamente stuccate (per maggiori dettagli si rimanda all'articolo inerente le stuccature). La preparazione della cosiddetta acqua sporca consisterà nel colorare leggermente l'acqua di calce mediante l'aggiunta di pigmenti colorati; un cucchiaino di pigmento naturale in un secchio d'acqua (10-12 l). L'intervento verrà realizzato inumidendo, preventivamente, la parete da trattare per mezzo di un pennello morbido imbevuto d'acqua, dopodiché si procederà alla stesura del protettivo mediante l'uso di pennelli (preferibilmente a setola animale morbida), nebulizzatori o rulli. L'applicazione dovrà procedere a strati successivi (da sinistra a destra, o dall'alto verso il basso) in modo da garantire la copertura totale della superficie; dopo l'ultima mano potrà essere applicato un fissativo (caseinato di calcio) addizionato all'acqua. In alternativa al latte di calce ricavato da grassello si potrà utilizzare una parte di calce idraulica naturale NHL 2 stemperata in 4-6 parti di acqua.

5. Tinteggiatura ad affresco

Tecnica pittorica da mettere in opera solo in casi particolari (a causa delle difficoltà operative-logistiche che necessitano una stretta collaborazione tra colui che applica l'intonaco e colui che dovrà "pitturare" la superficie) garantisce senza dubbio maggior brillantezza e durabilità dei colori, i quali penetrano all'interno della superficie intonacata ancora fresca partecipando all'essiccazione e diventano un tutt'uno con il supporto: la tinteggiatura durerà quanto durerà l'intonaco. Dal momento che in questa tecnica l'intonacatura dovrà anticipare di poco le operazioni di tinteggio, sarà indispensabile fissare con attenzione le aree di lavoro giornaliere in modo da localizzare opportunamente le "giunzioni" tra le successive stesure dell'intonaco in aree poco visibili. La "tinta", in questo caso, dovrà essere esente da alcun legante poiché composta solamente da pigmenti naturali accuratamente macinati e stemperati in acqua pura.

Su superfici murali nuove sarà necessario avere molta cura della stesura degli strati di rinaffo e arriccio e, soprattutto, nelle operazione di bagnatura della superficie prima e dopo l'arriciatura, così da evitare che parti non adeguatamente bagnate sottraggano l'acqua alla malta provocando cavillature che potrebbero facilitare il distacco dell'intonaco. Secondo le indicazioni del Direttore dei lavori si procederà alla messa in opera del velo (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) solamente su quelle porzioni che potranno essere tinteggiate nel giro di 2 o 3 ore. Questa operazione potrà essere eseguita con frattazzo di legno, di acciaio o di spugna a secondo delle finiture dell'intonaco che saranno prescritte nel progetto. Nel caso che la superficie presenti una non perfetta levigatura sarà necessario intervenire mediante

spazzolatura leggera eseguita con pennello morbido al fine di rimuovere i granuli di sabbia che, ancora mobili, impasterebbero la tinta.

Le tecniche di tinteggio a fresco vere e proprie potranno essere due: la prima darà una superficie compatta e dalla colorazione uniforme, la seconda darà una superficie a velatura. In entrambi i casi non si potrà iniziare a dipingere subito dopo avere steso il velo ma sarà necessario attendere circa 4/6 ore dalla stesura dell'intonaco, quando cioè, premuto un dito sulla superficie, questa non lascia alcuna traccia.

Con la prima tecnica, previa leggera bagnatura, eseguita con nebulizzatore, potrà essere eseguita la tinteggiatura che dovrà essere stesa a pennello in due mani successive, intervallate da circa un'ora, incrociando le pennellate stese in precedenza.

Il colore dovrà essere molto guazzoso ed abbondante, il segnale-spia di un intonaco non più fresco verrà fornito dalla mancata scorrevolezza del pennello. Prima di stendere il terzo ed ultimo strato sarà necessario rullare la superficie con cilindro di vetro (bottiglia di vetro o frattazzo di plastica duro) così da rompere la pellicola vetrosa e far trasudare l'acqua contenuta dalla calce. Compiuta questa operazione si procederà a stendere velocemente il terzo ed ultimo strato di tinta.

La seconda tecnica, quella della "velatura", dovrà lasciare intravedere la tramatura dell'intonaco sottostante il quale, per ovvi motivi, dovrà essere eseguito a perfetta regola d'arte. Previa bagnatura della superficie si stenderà una sola mano di colore che dovrà essere molto allungata con acqua. Una volta terminata la stesura del colore, per tutte e due le tecniche sopra descritte, sarà opportuno provvedere a nebulizzare acqua sopra la superficie intonacata così da ritardare l'essiccazione del velo e rendere i colori ancora più brillanti.

Una volta indurito l'intonaco le decorazioni ad affresco potranno essere ritoccate solo a secco.

Al fine di ovviare a veloci degradi, dovuti agli agenti atmosferici ed inquinanti, dopo circa quattro settimane sarà consigliabile, come per le tinteggiature alla calce, provvedere alla stesura di una mano di protettivo a base di silossani.

Specifiche

Una variante della tinteggiatura ad affresco è il "mezzo fresco" ovvero la tinteggiatura su intonaco già "stanco", ossia quasi del tutto indurito; anche in questo caso si utilizzeranno pigmenti in polvere ma al posto dell'acqua verrà utilizzato come "legante" il latte di calce. Chimicamente il risultato che si otterrà sarà molto simile a quello dell'affresco, infatti il latte di calce subisce lo stesso processo di carbonatazione, ma visivamente il risultato sarà diverso: una parete decorata con il metodo del mezzo fresco risulterà più "sbiadita" rispetto ad una decorata ad affresco.

Una sorta di variante rispetto all'affresco è la tecnica del "graffito". Previa la stesura e la quasi asciugatura di una mano di velo diversamente pigmentato, di norma scuro (se non diversamente specificato si eseguirà un velo in grassello di calce, sabbia o pozzolana e carbone di legna polverizzato, rapporto legante inerte 1:2) si stenderà un ulteriore intonachino costituito da calce e sabbia bianca per uno spessore di circa 2-3 mm. Una volta indurito l'ultimo strato si potrà procedere a tracciare a spolvero il motivo ornamentale voluto e successivamente si potrà passare ad incidere con spatole di ferro od

altri attrezzi di varia forma, così da evidenziare il decoro attraverso il contrasto cromatico delle due superfici.

6. Pittura a tempera o a colla

La pittura a tempera prevede l'applicazione, su superficie bene asciutta, di una miscela composta da pigmenti colorati dispersi in acqua e di una sostanza legante predominante come la colla animale, la colla vegetale (preferibile perché meno grassa di quella animale) o più raramente l'uovo, il latte e i suoi derivati. Fondamentalmente la tecnica della pittura a tempera potrà essere eseguita in tre modi:

- stemperare i colori con acqua e dipingere mischiando la soluzione con colla; dipingere con i colori senza legante ossia, stemperare con sola acqua i pigmenti e poi, quando la pittura sarà perfettamente asciutta vaporizzare delle soluzioni molto lunghe di colla;
- amalgamare le polveri colorate con la colla e diluire con acqua al momento di dipingere avendo l'accortezza di miscelare bene mediante frusta meccanica.

La quantità di legante (colla) dipenderà dalla sua qualità e dalla quantità dei colori, essendo questi più o meno assorbenti. In linea generale le colle andranno miscelate alle tinte così da conferire loro maggiore adesività; potendo fare con limitatissime quantità, si guadagnerà una maggior purezza della tinta, una maggiore durata e nitidezza e le tinte risulteranno meno soggette ad alterarsi con il passare del tempo.

Orientativamente sulla quantità di colla da utilizzare potranno essere fissate le seguenti regole: le tinte per esterni dovranno contenere più colla di quelle per interni; la prima mano di tinta dovrà essere più carica rispetto alle successive e le ultime mani dovranno essere progressivamente meno adesive. Sarà sempre necessario, pertanto, eseguire delle prove al fine di valutare la consistenza della tinta.

La procedura prevedrà, previa stesura di imprimitura uniforme della parete a base di colla ed acqua (in rapporto di 1:2), due mani di colore intervallate da almeno 12 ore, ovvero la seconda dovrà essere stesa solo quando la prima mano risulterà completamente asciutta.

Nella preparazione del primo strato sarà sempre consigliabile (obbligatorio per gli esterni) caricare la tinta con carbonato di calcio o caolino (cariche che resistono meglio all'azione degli agenti atmosferici) mischiati alle polveri colorate, anch'esse ben stemperate. Questa miscela colorata dopo essere stata lasciata riposare e più volte miscelata dovrà prima essere filtrata con un setaccio poi, previa aggiunta di collante, potrà essere utilizzata come tinta. La tinta dovrà essere non troppo densa né troppo fluida. Nella composizione della tinta finale si potranno utilizzare tutti i colori tenendo presente però che dovranno essere lasciati per un certo periodo di tempo in acqua così da dare modo ai colori in polvere di disciogliersi uniformemente. Sarà preferibile lasciare riposare la tinta per almeno 12 ore così da evitare, a tinteggiatura asciutta, eventuali striature. La tinta per l'ultima mano non dovrà essere né troppo diluita né troppo densa, dovrà essere fluida così da coprire bene senza fare croste.

Il pennello per l'applicazione dovrà essere a setola animale e la stesura dovrà procedere sempre nella stesa direzione (da sinistra a destra, o dall'alto verso il basso incrociando la direzione negli strati successivi). Nell'intingere i pennelli non si dovrà né toccare il fondo del recipiente né comprimere il pennello per fare uscire la tinta. Il grado di

resistenza alla temperatura della tinteggiatura a tempera dipende dalle caratteristiche del legante utilizzato.

Specifiche

La tempera non risulterà indicata per le superfici intonacate con malte cementizie e con malte contenenti calce eminentemente o mediamente idraulica.

7. Tinteggiatura ai silicati

La pittura ai silicati si compone essenzialmente di silicato di potassio, sabbia di quarzo e pigmenti minerali. Le pareti da tinteggiare dovranno risultare asciutte sia in superficie che negli spessori retrostanti; questo requisito dovrà essere controllato anche con appositi apparecchi; l'umidità non dovrà superare il 14%. Questa pittura potrà essere applicata su intonaci a base di calce aerea, idraulica o cementizi previa eventuale mano (preferibilmente a spruzzo) di imprimitura:

le pareti intonacate con malta di calce dovranno preventivamente essere trattate con una soluzione di 0,200 kg di acqua, 0,700 kg di latte non acido e 0,100 kg di grassello di calce;

le superfici di cemento od intonacate con malta di cemento dovranno essere preventivamente lavate con una soluzione al 5% di acido cloridrico in acqua;

le superfici in muratura dovranno preventivamente essere lavate con soluzione al 5% di acido solforico in acqua.

Eventuali efflorescenze saline che si rilevassero dopo l'essiccazione dei suddetti trattamenti preliminari dovranno essere asportate mediante spazzolatura prima di iniziare la tinteggiatura.

Le tinteggiature a base di silicati non dovranno essere eseguite su supporti contenenti gesso.

L'inizio delle operazioni di tinteggiatura non dovrà aver luogo prima che siano trascorse almeno 12 ore dai trattamenti preliminari. Tra l'applicazione di una mano di tinteggiatura e l'altra dovranno trascorrere almeno 12 ore e lo strato successivo dovrà essere preceduto dalla accurata spolveratura di quello sottostante.

Il silicato, utilizzato come diluente e fissativo del colore, si presenterà come un liquido denso e trasparente che, diluito con acqua pulita priva di sali (ad es. acqua distillata) e aggiunto con una base di bianco (tipo bianco di Spagna, carbonato di calcio o bianco di zinco, quest'ultimo poco coprente potrà essere utilizzato per raggiungere un effetto finale di trasparenza) e pigmenti minerali macinati finemente, potrà essere steso in due mani mediante pennellesse rettangolari grandi a setola morbida, o spruzzo (con quest'ultimo sistema si otterrà un effetto più omogeneo); in linea generale la resa, in ragione del supporto, potrà essere stimata intorno ai 150-250 g/m² per la prima mano, 100-200 g/m² per la seconda passata. La tinta non dovrà essere applicata su pareti assolate, ed in genere nelle ore più calde, né in condizioni di vento; la tinta potrà essere applicata anche alla temperatura di zero gradi e con tempo umido.

La preparazione della tinta avverrà seguendo una precisa procedura, ovverosia si disperderanno il bianco di base (bianco di zinco) e i pigmenti in acqua distillata fino a formare un miscuglio sciolto, dopo si introdurrà il silicato in ragione, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, di 1:8 o 2:8 rispetto alla restante massa; il preparato, a causa dell'instabilità del silicato di potassio, dovrà essere

frequentemente amalgamato (in modo che i pigmenti siano sempre ben dispersi) e steso entro le 4 ore successive se si opererà all'interno, 6 se si utilizzerà all'esterno. Sarà pertanto consigliabile preparare la sola quantità di prodotto realmente utilizzabile nei tempi di lavoro previsti. Al fine di stabilizzare il silicato di potassio si potrà aggiungere alla miscela una quantità minima di resina in emulsione (< al 5%). La tinta ai silicati sarà tanto più scura quanto più silicato sarà utilizzato, pertanto sarà consigliabile preparare la tinta prima di mescolarvi il silicato di un tono più chiaro rispetto a quello previsto dal progetto.

Il silicato di potassio a contatto con la superficie d'intonaco genererà la formazione di silice che a sua volta legherà intimamente il pigmento con il sottofondo e lo consoliderà rendendolo durevole e resistente senza la formazione di film continuo (assenza di discontinuità tra finitura e supporto). Questo tipo di pittura renderà quasi del tutto impermeabile il supporto murario ma, allo stesso tempo, manterrà una certa permeabilità al vapore (coefficiente di permeabilità < 90 l). Con il trattamento ai silicati si otterrà, inoltre, una finitura in grado di contrastare l'attacco da parte di agenti inquinanti (ritenzione dello sporco bassa), atmosferici e dei raggi ultravioletti senza sacrificare l'aspetto estetico. La stabilità cromatica di questo tipo di tinteggiatura permetterà, attraverso l'ausilio di spugna naturale o frattazzo, di mostrare ed esaltare la tessitura e la trama della finitura superficiale dell'intonaco.

Avvertenze

Una volta terminata la tinteggiatura questa non dovrà presentare nessuno dei seguenti difetti: tinta non uniforme ed irregolare, macchie in superficie, croste ed efflorescenze, problemi di adesione, distacchi crostosi, colaggi di tinta, spolvero superficiale, zone lucide, striature, cretti e screpolature.

Specifiche sui pigmenti I pigmenti da impiegare con i silicati non stabilizzati sono quelli minerali utilizzati per la tecnica dell'affresco; sarà, tuttavia consigliabile eseguire delle campionature al fine di verificare la reale compatibilità: si scioglierà una minima parte di pigmento in una modesta quantità di silicato, se il pigmento non precipita depositandosi sul fondo significherà che sarà idoneo all'uso.

Tinte semitrasparenti ai silicati organici

Queste tinte si differenzieranno da quelle tradizionali in quanto conterranno, oltre all'agente silicato di potassio legante, una dispersione sintetica resistente agli alcali, cariche, additivi reologici e antibiodeteriogeni; la quantità totale di sostanze organiche potrà raggiungere al massimo il 5% del peso, con riferimento al peso totale del prodotto finito. La dispersione sintetica contenuta in queste tinte organosilicati e che non darà vita a pellicola e perciò non sarà considerata agente legante; queste tinte risulteranno traspiranti ed invecchieranno per progressiva erosione e dilavamento superficiale. La dispersione sintetica avrà soltanto una funzione reologica e protettiva subito dopo l'applicazione della tinta fino a che la "silicificazione" non progredisca in modo sufficiente. Sovente in questa seconda tipologia di tinta ai silicati non si fa uso di pigmenti bianchi (con elevato potere coprente), di conseguenza risultando semitrasparente potrà rivelarsi valida alternativa alla tinta alla calce specialmente in ambienti esterni particolarmente aggressivi sia dal punto di vista climatico che atmosferico. L'invecchiamento di queste

pitturazioni si manifesta con un degrado per successivi erosione e dilavamento, come per quelle alla calce ma molto più lento e controllato.

Indicazioni per l'applicazione

Le tinte ai silicati organici, come le tinte alla calce, non potranno essere applicate su supporti precedentemente trattati con pitture a base di leganti polimerici (in questi casi prima di eseguire la tinteggiatura sarà necessario rimuovere la vecchia pellicola pittorica mediante spazzolatura, raschiatura e/o sabbiatura controllata fino ad asportazione completa).

Intonaco antico di malta di calce aerea e/o idraulica 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 di 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 12 ore (meglio dopo 24 ore) di distanza l'una dall'altra. In alternativa al fissativo ai silicati la superficie potrà essere preparata con una o due mani di un composto a base di acqua, latte bollito e calce idrata nelle seguenti proporzioni: acqua 20 l, latte bollito 65 l, grassello di calce 25 dm³, calce idrata in fiore 30 dm³. Nel caso in cui siano presenti alghe, funghi, muschi, licheni sarà necessario bonificare e/o disinfestare l'intonaco con idonei biocidi.

Intonaco nuovo di malta di calce aerea e/o idraulica: è opportuno, prima di procedere alla stesura del fissativo ai silicati e alla doppia mano di tinteggiatura, attendere almeno 4 settimane dal completamento dello stesso; nel caso l'intonaco fosse realizzato in malta bastarda (calce e cemento) o di solo cemento è, inoltre, consigliabile provvedere ad un trattamento al fine di neutralizzare l'alcalinità e abbassare il pH dell'intonaco. Questa operazione risulta particolarmente indicata in caso di rappezzo 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 rappezzo ed il conseguente fenomeno della comparsa di macchie a tinteggiatura ultimata.

Superfici non omogenee (rappezzi): l'applicazione di queste tinteggiature (fissativo + 2 mani di tinta) su superfici non omogenee, caratterizzate da rappezzi realizzati in epoche diverse od in presenza di efflorescenze saline, dovrà essere preceduta da un trattamento di fluatazione tramite l'utilizzo di fluosilicati di magnesio e alluminio, allo scopo di trasformare i sali solubili in acqua in composti insolubili, in tal modo vengono bloccate ulteriori possibilità di sviluppo di efflorescenze saline e, nello stesso tempo, viene omogeneizzata la struttura chimica del supporto, garantendo lo stesso livello di reattività alcalina. Il supporto su cui intervenire non dovrà, inoltre, presentare residui di pitturazioni sintetiche. Il trattamento con fluatanti è a base acida contrariamente alle pitture ai silicati che sono a base alcalina per cui è fondamentale evitare il contatto diretto tra pittura e fluatante ancora bagnato. In alternativa al lavaggio fluatante, dietro specifica indicazione del *Direttore dei lavori*, si potrà operare un accurato lavaggio con acqua possibilmente calda e vaporizzata del vecchio intonaco avanti l'esecuzione dei rappezzi e, cosa indispensabile, lasciare stagionare per almeno 4 settimane la superficie rappezzata.

Pietre naturali: prima di procedere si dovrà accertare che la superficie sia opportunamente asciutta, compatta, ben pulita, esente da efflorescenze saline. Dopo un pretrattamento con fissativo ai silicati di procederà all'applicazione di due mani di tinta.

Specifiche

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.

8. Applicazione trattamento antigraffito

I graffiti, generalmente presenti sulle superfici dei materiali che rivestono gli edifici, sono realizzati mediante vernici spray e pennarelli indelebili e, come tali, particolarmente difficoltosa potrà risultare la loro asportazione; l'uso di solventi o della sabbiatura, anche se in parte metodi efficaci, risulteranno tecniche troppo aggressive tanto da alterare la natura stessa del supporto.

Al fine di agevolare la rimozione di queste vernici, si potrà preventivamente trattare la superficie (pietra, aterizio ed intonaco) mediante formulati capaci di limitare i danni provocati dai graffiti ovvero impedire l'assorbimento delle vernici e degli inchiostri da parte del materiale; questi prodotti potranno essere permanenti (resistendo a più cicli di pulitura) o sacrificali (la loro durata si limiterà ad un solo intervento di pulitura). I protettivi permanenti si comporranno di sostanze fluorurate (alchilfluorosilano), resine poliuretatiche e miscele di resine sintetiche; quelli sacrificali invece, da cere microcristalline, polisacaridi, resine acriliche e sostanze siliconiche. In entrambi i casi, i prodotti utilizzati dovranno essere: trasparenti (il più possibile in modo da non alterare l'aspetto cromatico della superficie), impermeabilizzanti, traspiranti, oleofobici e capaci di consentire la rimozione del graffito ricorrendo a tecniche che non implicino apparecchiature specifiche. Il prodotto, che dovrà essere messo in opera su superfici pulite ed asciutte, potrà essere applicato a pennello, rullo o a spruzzo; la temperatura di applicazione dovrà essere compresa tra i +5 °C e i +35 °C e in assenza di fenomeni come: sole battente, pioggia o vento.

Dovrà, inoltre, essere resistente ai raggi UV e non originare solventi durante l'applicazione. Dopo la stesura, il prodotto dovrà asciugarsi e stagionarsi (il tempo sarà relazionato alle diverse tipologie di materiale) dopodiché risulterà efficace. La tecnica di rimozione del graffito dal protettivo antigraffito dipenderà dal tipo di prodotto utilizzato; generalmente per i protettivi non sacrificali verrà utilizzato lo specifico remover, asportato poi con acqua e spugna, mentre per quelli sacrificali potrà essere sufficiente acqua calda, spugna ed eventualmente spazzolino a setole morbide.

Specifiche

L'uso di protettivi sacrificali, in virtù della loro estrema reversibilità, risulterà particolarmente adatto per edifici di valenza storica.

9. Sagramatura

La procedura si pone l'obiettivo di proteggere e regolarizzare gli apparecchi "faccia a vista" in mattoni: 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 o rasiera in legno in modo da seguire le irregolarità della cortina a mattoni.

L'impasto sarà a base di calce aerea in pasta e polvere di cocciopesto, ad esempio, 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 cocciopesto vagliato e lavato (granulometria impalpabile 000-00 mm) eventualmente pigmentato (massimo 5%) con terre naturali (terre rosse ventilate, terra 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 cocciopesto 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 ovverosia: accurata pulitura (se non diversamente specificato negli elaborati di progetto) con spazzole di saggina e spray di acqua deionizzata; 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 cocciopesto) 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 cocciopesto (granulometria 0-1,2 mm) in rapporto legante-inerte 1:3 (per maggiori dettagli sulla stuccatura di elementi in cotto si rimanda alla procedura specifica).

La tecnica tradizionale prevede la lisciatura eseguita mediante levigatura a mano con altro mattone più duro mantenendo al contempo bagnata la superficie affinché le materie (strato di malta e polvere di sfregamento) si possano impastare e colorare uniformando la cortina muraria.

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).

10. Patinatura

L'operazione di patinatura sarà eseguita mediante spolvero di pozzolana allo scopo di rendere (mediante velatura di colore) le eventuali integrazioni non troppo discordanti dagli elementi originali e, allo stesso tempo, di unificare il grado di porosità con conseguente diverso assorbimento d'acqua piovana e umidità di risalita tra i materiali

originali e quelli di restauro.

Dopo aver ben pulito con spazzole di saggina ed acqua i residui di malta presenti sulla cortina si procederà a gettare a mano, sulla superficie ancora umida, la polvere di pozzolana vagliata e ben asciutta (granulometria 0-1 mm) la quale si attaccherà in modo omogeneo sulla parete umida restando inglobata nel velo di carbonato presente sulla superficie della cortina. Passate una o due settimane la polvere non inglobata verrà rimossa mediante pennellessa morbida da imbianchino, alla fine del cantiere (quando si smonteranno i ponteggi) si ripasserà sulla superficie con una leggera spazzolatura mediante spazzole di saggina.

11. Trattamento con olio di lino crudo e cere naturali

Il trattamento protettivo, (rivolto in modo particolare ai pavimenti in cotto) dovrà sempre avvenire su pavimento perfettamente pulito ed asciutto; pertanto sarà necessario intervenire, preventivamente, all'asportazione di sostanze inquinanti (efflorescenze saline, crescite microorganiche, concrezioni ecc.) o più generalmente con un trattamento di pulitura, sgrassatura o deceratura (al fine di rimuovere tutti i depositi superficiali compresi i residui di trattamenti precedenti utilizzando ad esempio acqua deionizzata e spazzole morbide, prodotti sgrassanti, deceranti e sfilanti), inoltre dovranno essere stuccate le eventuali cavità o fessurazioni presenti sugli elementi in cotto e, se indicato dagli elaborati di progetto, gli stessi dovranno essere trattati mediante un consolidamento a base di silicato di etile. Passati almeno 20 - 30 giorni, dall'eventuale consolidamento a base di silicato di etile si potrà applicare (con l'ausilio di stracci, pennelli o rulli) una prima mano di olio di lino crudo in soluzione al 10% con acquaragia, ed una seconda mano al 20% sempre in soluzione di acquaragia, da effettuarsi solo dopo l'assorbimento del primo passaggio (cioè quando la superficie sarà in grado di assorbire ancora, dopo circa 3-4 h), passati circa 20-30 minuti dall'ultima passata, l'eventuale, eccesso di prodotto non assorbito verrà tolto con un pennello od un panno pulito. A superficie perfettamente asciutta (circa 6-8 giorni) si applicherà la stesura finale di cera naturale animale o vegetale (tipo cera d'api o cera carnauba) o minerale (cera paraffina o microcristallina) in modo uniforme, l'applicazione della cera dovrà essere ripetuta due o più volte (consumo medio del prodotto 10-20 l/m² in ragione del grado d'assorbimento del supporto), ad intervalli di 4/5 ore una dall'altra con minime quantità così da permettere il perfetto assorbimento. Se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto si utilizzerà la cera d'api naturale diluita in acquaragia vegetale o essenza di trementina sia come finitura (o manutenzione ordinaria) di superfici lignee impregnate o laccate, sia su superfici in cotto o pavimenti in battuto alla veneziana. Ad avvenuta essiccazione si passerà all'operazione di lucidatura con panno o spazzola morbida. In alternativa si potranno utilizzare le cere microcristalline le quali presenteranno migliori caratteristiche rispetto a quelle animali (cera d'api), repellenza verso l'umidità e verso i depositi superficiali, trasparenza, reversibilità anche dopo molto tempo, proprietà di flessibilità alle basse temperature, buona stabilità ai raggi UV, generalmente utilizzate in soluzione al 40% in toluene o in soluzione al 20% in ragia vegetale.

Le manutenzioni dei pavimenti in cotto andranno ripetute periodicamente. Previo lavaggio con blando detergente liquido non schiumogeno, sui pavimenti interni si effettuerà la

stesura di cera liquida emulsionata alla quale seguirà lucidatura con feltro o panno di lana.

12. Protezione di cornici ed elementi decorativi aggettanti

La protezione delle cornici e degli elementi decorativi aggettanti, al fine di ovviare all'infiltrazione delle acque meteoriche, potrà essere realizzata ricorrendo all'ausilio di elementi in metallo, comunemente denominati "scossaline", piegati e sagomati secondo le specifiche necessità. I materiali comunemente utilizzati sono: il piombo, il rame e la lamiera zincata. La procedura prevede la messa in opera, sull'elemento da proteggere, di una lastra (spessa circa 1,5 mm) più larga della superficie da coprire (almeno 10 cm per parte) tagliata e sagomata in opera. Nel caso in cui debbano essere protetti elementi aggettanti addossati alla muratura si procederà alla realizzazione di uno scasso (profondo non meno di 3 cm), lungo il profilo dell'aggetto, necessario per poter murare la lamina; lo scasso dovrà essere adeguatamente richiuso tramite accurata stuccatura rifinita a sguscio così da evitare gli inconvenienti legati al ristagno dell'acqua.

Dopo aver sagomato la lamina sulla superficie, si procederà ripiegando la parte eccedente del foglio di piombo sul bordo dell'aggetto (praticando dei tagli così da consentirne la piegatura) utilizzando, per questo, una tavoletta di legno appoggiata sul lembo piegato battendola, lievemente, con un'altra tavoletta in modo da farla meglio aderire alla superficie. Il materiale in eccesso potrà essere tagliato utilizzando un ferro piegato ad L dotato di punta sull'estremità: il passaggio del ferro sull'estradosso dell'aggetto garantirà il taglio della lamina. Le sovrapposizioni delle parti ripiegate potranno essere fermate tramite graffette così da impedirne il movimento. Si procederà poi nella pulitura, mediante spazzola metallica, dei lembi da saldare così da renderli scabri; la superficie dovrà essere scaldata con un cannello a gas applicando contemporaneamente la stearina (in modo da garantire la perfetta adesione del metallo al riporto), infine si fonderà una barretta composta di una lega di stagno e piombo sul giunto da sigillare. La perfetta adesione e stabilità delle protezioni sommitali delle superfici aggettanti (specialmente se di considerevoli dimensioni) potrà essere ulteriormente garantita con la messa in opera di tasselli chiodati di cui si dovrà provvedere a proteggere la testa con un rettangolo di piombo saldato alla lastra principale in modo da ostruire i fori, evitando possibili infiltrazioni di acqua.

13. Coperture provvisorie - Protezione dei siti archeologici

La procedura prevede la messa in opera di particolari presidi di protezione al fine di salvaguardare i materiali e le strutture architettoniche dagli effetti delle condizioni patologiche generate da cause non direttamente affrontabili e risolvibili nell'ambito dell'intervento come, ad esempio, la presenza di sostanze inquinanti nell'atmosfera, le piogge acide, il ruscellamento delle acque piovane ecc. Nei siti di scavo archeologico o in presenza di manufatti ridotti allo stato di rudere risulterà essenziale la messa in opera di ripari, tettoie temporanee stagionali o fisse per evitare l'azione delle piogge e ridurre gli effetti delle variazioni termiche e del particolato atmosferico.

Nella scelta della tipologia di copertura da adottare si dovrà tenere conto della natura e dello stato di conservazione di ciò che necessita di protezione e delle effettive condizioni climatiche del luogo, evitando di utilizzare materiali che potrebbero innescare interazioni

chimiche e fisiche con quanto è stato ritrovato; dovrà, inoltre, essere valutata la durata di esercizio del sistema di protezione poiché esiste una sostanziale differenza tra le coperture temporanee messe in opera in funzione degli interventi connessi con il cantiere archeologico (scavo, restauro ecc.) da quelle che dovranno poi permanere anche a lavori ultimati al fine di garantire una conservazione prolungata del sito.

Le coperture provvisorie comprenderanno: teli e strutture in elevazione.

I teli in nylon, polietilene (PE) o in fibre di polipropilene (PP) trasparenti, bianchi, neri, blu o verdi sono facili da applicare, offrono la possibilità di adattarsi a diverse situazioni; risultano essere impermeabili all'acqua e all'aria, sono capaci, inoltre, di fornire una buona resistenza all'azione meccanica di piogge molto forti. L'impermeabilità del materiale può essere la causa di pericolosi ristagni di acqua, causati da forti acquazzoni, nelle zone caratterizzate da superfici articolate; in questo caso la pressione del liquido solleciterà sia le strutture protette sia il telo che potrebbe strapparsi causando pericolose e inevitabili infiltrazioni. Per questo risulterà di basilare importanza la corretta messa in opera dei teli ed il loro periodico controllo dello stato di conservazione così da poter provvedere alla manutenzione o, se necessario, sostituzione.

In linea generale, se non diversamente specificato dal *Direttore dei lavori* o dalla D.S., si utilizzeranno teli in polietilene o in fibre di polipropilene di colore scuro, di medie dimensioni (2x2 m o 3x3 m) e solo per il tempo strettamente necessario a proteggere i reperti dalle precipitazioni o per impedirne l'asciugatura.

L'uso di teli per proteggere aree direttamente esposte all'irraggiamento solare è sconsigliato, in particolare si dovrà escludere l'uso di teli trasparenti nel caso di reperti organici o dipinti murali a secco.

Nel caso di utilizzo di teli per protezione di reperti inorganici sarà conveniente apporli sollevati di qualche centimetro dalle strutture da proteggere poiché il mancato riciclo dell'aria potrebbe implicare la creazione di un microclima, tra telo e strutture, tale da favorire lo sviluppo di colonie batteriche e il lento disfacimento degli elementi che costituiscono i ritrovamenti. È opportuno, nel caso di permanenza prolungata dei teli sui reperti, effettuare un preventivo trattamento antibiotico per ovviare ad eventuali attacchi biologici e, quando possibile, interporre tra il telo in plastica e le strutture da proteggere un geotessuto.

In alternativa ai teli in polietilene potranno essere usati geotessuti e tessuto-non-tessuto ovvero teli in fibre saldate di poliestere o di polipropilene, permeabili, bianchi; se non diversamente specificato dal *Direttore dei lavori* o dalla D.S. si potranno impiegare come protezione a contatto temporaneo, dalle polveri, dai materiali di risulta ma anche dall'azione meccanica delle piogge e dall'eventuale calpestio. In linea generale si impiegheranno teli di dimensione non superiore a 4-5 m² adagiandoli sulle superfici dei manufatti in modo tale da seguirne i profili, non dovranno essere messi in tensione così da non danneggiare eventuali creste di muro decoese. In caso di pioggia dovranno necessariamente essere rimossi dal manufatto, prima del loro nuovo posizionamento dovranno essere fatti asciugare e spolverati; se le precipitazioni piovose diventano cospicue e frequenti dovranno essere coperti da teli in polietilene o in fibre di polipropilene. Anche per questo tipo di teli si renderà necessario il periodico controllo

dello stato di conservazione così da poter provvedere alla manutenzione o, se necessario, sostituzione.

Le protezioni in elevazione saranno, in linea di massima, caratterizzate da una struttura portante verticale che sostiene una struttura di copertura (tettoia). La struttura di copertura, indipendentemente dalla tipologia prescelta (a capanna, a falda unica ecc.), dovrà possedere la prerogativa di essere reversibile ovvero, offrire la possibilità di essere montata e smontata senza arrecare nessun danno al sito, di essere neutrale, vale a dire essere la più semplice possibile (evitando qualsiasi esercizio formale) e possedere un'altezza (tra i 3,5 m e i 4 m, altezza minima frequentabile 2,20 m) tale da consentire tutte le operazioni legate al cantiere archeologico, come le procedure di scavo, le procedure di conservazione e quelle di documentazione come le riprese zenitali. La tettoia, se non diversamente specificato dal *Direttore dei lavori* o dalla D.S., dovrà essere dotata di un sistema di raccolta e deflusso delle acque meteoriche le quali dovranno essere condotte lontano dall'area archeologica e scaricate in appositi pozzetti di raccolta. Nel caso di siti ancora aperti sarà necessario che la tettoia sia abbastanza ampia in modo da garantire l'eventuale sviluppo dello scavo. In linea generale il perimetro della copertura non dovrà superare i 30/35 m², per estensioni maggiori si potrà ricorrere alla combinazione di più moduli contigui. Le strutture di copertura dovranno assicurare stabilità tanto da sopportare le sollecitazioni anche di forti venti o precipitazioni nevose, pertanto i punti di appoggio della struttura portante verticale dovranno avere una distanza tra l'uno e l'altro non superiore a 150 cm. La trasparenza della copertura dovrà essere tale da agevolare le operazioni di scavo evitando però di implicare la crescita di vegetazione (macro e microflora) nel sito (non dovranno per questo essere eccessivamente trasparenti).

Le coperture in elevazione se non diversamente specificato, potranno essere realizzate con una struttura portante verticale in metallo zincato (ad es. sistema dei tubi innocenti con diametro esterno minimo 49 mm) ed orizzontamenti in materiale sintetico (polietilene, nylon ecc.) o metallico (lamiera grecata o microdogata) anch'esso zincato o quantomeno trattato con prodotto anti-corrosivo. L'inclinazione della tettoia, se non diversamente specificato dal *Direttore dei lavori* o dalla D.S., dovrà essere minimo del 10% (per ogni metro lineare) nel caso siano previste solo precipitazioni piovose e del 20-25% qualora siano previste anche precipitazioni nevose. Queste coperture, di facile impiego e di rapida messa in opera, offrono la possibilità di adattarsi alle diverse esigenze di scavo. Qualora la protezione temporanea sia ubicata all'interno di un'area pubblica o, in ogni caso, accessibile al pubblico, dovrà, necessariamente, essere dotata di idonea recinzione: questa, a seconda del luogo e delle necessità operative potrà essere realizzata con pannelli di lamiera grecata o microdogata, con rete o membrane in polipropilene o in polietilene estruso ad alta densità (HDPE) per recinzione dei cantieri, ovvero con altro sistema da concordarsi con il *Direttore dei lavori* o la D.S.

Specifiche sui materiali

La categoria dei geotessuti comprenderà i prodotti ottenuti dalla combinazione di fibre di poliestere e caratterizzati da una forte resistenza alla trazione, di norma utilizzati per costituire strati filtranti, di separazione (interfaccia tra strati archeologici e strati di

materiale di riporto), contenimento, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, rinterri di scavi ecc.) ed in coperture ovvero per foderature. Si distingueranno in:

tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);

non-tessuti: feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si avranno non tessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo. Tessuti-non-tessuti, prodotti composti da sottili filamenti di polipropilene stabilizzato ai raggi UV, saldati tra loro per termo-pressione. Si presenteranno come teli non tessuti, ma formati da una massa disordinata molto morbida e resistente, traspirante e alcuni potranno essere dotati di una buona permeabilità all'acqua. Nelle grammature medio basse (15-30 g/m²) potranno essere utilizzati per protezione a contatto di reperti mobili.

14. Protezione delle creste dei muri

Lo scopo che si prefigge tale procedura è quello di garantire la conservazione delle sommità dei muri e delle parti in vista dei manufatti architettonici ridotti allo stato di rudere tramite la realizzazione di "superfici di sacrificio" che si degradano, nel tempo, al posto della muratura sottostante. Le porzioni di muratura superiori, soprattutto quando si tratta di manufatti archeologici, costituiscono la parte più debole e più esposta al degrado, quella che più di altre è soggetta a subire l'azione meccanica della pioggia e l'aggressione dalle erbe infestanti; per questo, in assenza di un'adeguata protezione, l'infiltrazione delle acque e la disgregazione delle malte avviano il lento disfacimento della muratura. Le diverse tipologie di intervento indirizzate a salvaguardare le creste dei muri sono accomunate da alcuni accorgimenti preliminari indispensabili al fine di garantire la buona riuscita della specifica operazione di protezione.

Indipendentemente dalla risoluzione che verrà prescelta, l'intervento di protezione dovrà risultare in ogni sua parte facilmente riconoscibile distinguendosi chiaramente dalla preesistenza così da non ostacolare e confondere la leggibilità dei muri e l'analisi stratigrafica.

Operazioni preliminari

Rilievo dello stato di fatto: pianta al livello del terreno e della cresta, sezioni verticali (intervallate ogni 30-60 cm) per tutta la lunghezza della cresta da proteggere;

Asportazione delle eventuali erbe infestanti presenti nella zona sommitale della muratura, verificando, preventivamente, se i loro apparati radicali si sono sviluppati in profondità, ramificandosi all'interno della muratura tanto da contribuire all'effettiva stabilità della struttura. La rimozione della vegetazione e delle eventuali incrostazioni di licheni nocivi rinvenuti (ricorrendo a trattamenti biocidi) dovrà essere realizzata seguendo quanto riportato negli articoli specifici;

Pulitura meccanica della superficie ricorrendo all'utilizzo di spazzole di saggina o di aspiratore e successivo lavaggio con acqua deionizzata allo scopo di rimuovere lo sporco rinvenuto (terra e depositi vari) seguendo le indicazioni riportate negli articoli specifici;

Consolidamento ed, eventuale, integrazione della muratura se necessario procedendo seguendo le indicazioni riportate negli specifici articoli;

Stuccatura delle eventuali fessure presenti tra i diversi elementi (previa rimozione della

malta ammalorata) utilizzando malta di calce (eventualmente addizionata a cocciopesto) o con stoppa imbevuta di calce.

Protezione delle creste dei muri con la messa in opera di bauletto di malta

Previo esecuzione delle operazioni preliminari precedentemente descritte, questo tipo di protezione si effettua mediante la realizzazione, al disopra della cresta muraria, di uno strato di malta modellato a “schiena d’asino” (bauletto di malta), alto circa 10-15 cm e caratterizzato da una superficie omogenea, allo scopo di agevolare lo scorrimento delle acque piovane. La composizione della malta da impiegare dovrà avere un rapporto legante/inerte 1:3: il legante potrà essere costituito da una combinazione, in proporzione del 50%, di calce idraulica e calce grassa con inerti preferibilmente ricavati dalla triturazione di pietre analoghe a quelle costituenti la muratura da proteggere, così da evitare fenomeni dovuti ad una incompatibilità fisico-meccanica tra la malta e la muratura antica (ad esempio: 2 parti di calce idraulica naturale, 2 parti di grassello di calce, 12 parti di sabbia lavata e vagliata oppure, in alternativa, 0,5 di calce idraulica naturale, 0,5 di grassello di calce, 1 parte di pietra calcarea a grana media, 1 parte di pietrisco a grana grossa, 1 parte di sabbia a grana fine). Le cretture da ritiro potranno essere evitate aggiungendo al composto prodotti antiritiro così da evitare inconvenienti riconducibili all’infiltrazione dell’acqua all’interno della muratura. Al fine di garantire una maggiore protezione alla cresta potrà essere inserita, tra la muratura e il bauletto, una lamina di piombo. Nel caso in cui si tratti di proteggere una cresta particolarmente estesa in lunghezza (oltre i 10 m) sarà opportuno interrompere il bauletto (ogni 6 m) interponendo dei giunti di dilatazione opportunamente sigillati con materiale a comportamento plastico/elastico.

Protezione delle creste dei muri con la messa in opera di malta e sassi infissi

La messa in opera di malta e sassi a protezione delle creste dei muri risulta essere, tra le diverse superfici di sacrificio realizzabili, l’operazione più semplice. Dopo aver effettuato le operazioni preliminari precedentemente descritte, si procederà alla messa in opera, direttamente sulla superficie della cresta, di una guaina (o tessuto-non-tessuto), il cui scopo dovrà essere quello di assolvere una funzione strutturale (impermeabilizzante) così da prevenire l’eventualità sia di dannose infiltrazioni di acqua agevolate dal profilo frastagliato della cresta, sia di delimitazione dell’intervento facilitandone, allo stesso tempo, la rimozione. Al di sopra della guaina dovrà essere steso uno strato di malta (alto circa 5-8 cm) nel quale saranno infissi o sassi o frammenti di laterizio, in maniera tale da inglobarli, ma non ricoprirli, nella malta.

La malta dovrà essere di calce idraulica naturale (o contenere limitate quantità di cemento bianco) all’occorrenza addizionata con prodotti antiritiro così da evitare il probabile inconveniente di cretture da ritiro e da gelività, causa principe di infiltrazioni d’acqua all’interno di murature. La composizione della malta dovrà tener conto delle caratteristiche fisiche e meccaniche del materiale costituente la muratura da proteggere allo scopo di evitare danni riconducibili ad una incompatibilità materica tra le due superfici. Lo scopo dei sassi è quello di ovviare ad una monotona uniformità delle superfici così da rendere la linea delle creste più frastagliata.

In relazione al materiale (sassi) che verrà messo in opera, varierà la composizione della

malta: per pietre calcaree si potrà utilizzare una malta rapporto legante inerte 1:2,5 (3 parti di calce idraulica naturale, 1 parte di grassello di calce, 10 parti di sabbia lavata e vagliata); nel caso di pietre silicee la malta potrà avere un rapporto legante inerte 1:3 (2 parti di calce idraulica naturale, 1 parte di cemento bianco, 12 parti di sabbia lavata e vagliata); per la messa in opera di laterizi la composizione della malta potrà avere un rapporto legante inerte 1:2,5 (1 parte di calce idraulica naturale, 3 parti di grassello di calce, 2 parti di cocchiopesto, 8 parti di sabbia lavata e vagliata).

L'operazione si concluderà con l'applicazione (per infiltrazioni o pennellature) del trattamento protettivo idrorepellente delle superfici; tale trattamento dovrà essere ripetuto nel tempo ad intervalli regolari così da mantenere l'efficacia e la durata della protezione.

Protezione delle creste dei muri utilizzando strati di sacrificio

Dopo aver eseguito le operazioni preliminari precedentemente descritte si procederà alla messa in opera, sopra alla cresta del muro, di uno spessore costituito da più filari (da 3 a 5 in relazione all'altezza del muro da proteggere), in laterizio o pietra. La procedura consiste nel posizionamento di più strati sovrapposti di altezza costante seguendo la linea frastagliata della parte sommitale del muro. La scelta del materiale che costituirà i diversi strati dovrà essere fatta tenendo conto che, ad intervento ultimato, la copertina dovrà ben distinguersi dalla muratura; tenendo presente questa priorità, i diversi filari potranno essere realizzati in diversi modi, ad esempio ricorrendo a materiali della stessa natura di quello presente nella muratura ma diversi per grandezza, con materiale reperito in situ da eventuali crolli, oppure differenti dall'originale tenendo conto però, che tale soluzione potrebbe comportare inconvenienti legati all'incompatibilità materica con la preesistenza. La malta da utilizzare per allettare i diversi filari dovrà essere tale da possedere caratteristiche meccaniche simili a quelle della muratura sottostante così da evitare fenomeni degenerativi riconducibili ai diversi comportamenti delle due superfici. La copertina dovrà essere, infine, sottoposta a trattamento protettivo idrorepellente (per pennellatura o per infiltrazione) ripetuto, ad intervalli regolari, nel tempo. Al fine di demarcare meglio il confine tra la struttura e la copertina e, allo stesso tempo, garantire una buona impermeabilizzazione della muratura da proteggere, potrà essere interposta, tra la cresta e i filari, una guaina.

15. Dissuasori per volatili

Lo scopo che si prefigge tale procedura è quello di dissuadere la sosta e la nidificazione di piccioni, tortore, colombi di città, gabbiani ecc. i quali, colonizzando il manufatto, provocano accumulo di materiale organico che, tramite l'azione acida e corrosiva amplificata sia dall'instaurarsi di microrganismi (il guano offre un terreno di coltura ideale sia per gli ectoparassiti quali acari, pulci, cimici e zecche, sia per la proliferazione di organismi microscopici, quali batteri, virus, muffe e funghi, generando un pericolo per il personale che frequenta le aree contaminate), sia dalla non trascurabile azione meccanica distruttiva delle unghie degli animali stessi che scalfiscono la superficie dei materiali, costituisce una minaccia permanente per i manufatti, causando, talvolta, danni anche irreversibili. Le zone di accumulo corrispondono, di norma, alle parti superiori degli aggetti, agli elementi di ornato e a zone della fabbrica difficilmente accessibili e,

pertanto, ampiamente utilizzate dai volatili per la sosta e la nidificazione.

In linea generale i sistemi di dissuasione o allontanamento volatili dovranno essere efficaci, esteticamente “invisibili”, duraturi nel tempo ossia non essere danneggiati da agenti inquinanti presenti nell'atmosfera, di facile installazione e non offensivi per gli animali.

Operazioni preliminari comuni sia a dissuasori meccanici che elettrostatici .

Pulitura accurata delle superfici con asportazione meccanica delle eventuali incrostazioni e spazzolatura con spazzole di saggina o aspiratori e successivo lavaggio con acqua seguendo le indicazioni riportate negli articoli specifici.

Consolidamento ed eventuale integrazione di parti seguendo le indicazioni riportate negli articoli specifici.

Accurata stuccatura delle eventuali fessure presenti tra i diversi elementi impiegando malta di calce idraulica naturale e sabbia di origine alluvionale, seguendo le indicazioni riportate negli articoli specifici.

Protezione delle superfici estradossali con sistema meccanico a sproni

Previa esecuzione delle operazioni preliminari precedentemente descritte, la procedura prevede l'incollaggio con collante siliconico neutro (così da garantire una adeguata aderenza al supporto ed una facile rimozione, in caso di necessità, senza lasciare macchie e senza provocare alterazioni o degrado sulle superfici), di dissuasori meccanici composti da banda flessibile in policarbonato e sproni in acciaio inox opacizzato, smontabili, di lunghezza variabile da 10 a 15 cm e diametro di circa 1-1,2 mm. Gli elementi metallici (a spillo singolo, multispillo o a riccio) non dovranno essere soggetti ad alterazioni causate da fattori climatici o chimici, dovranno, inoltre, essere molto flessibili così da ostacolare la sosta del volatile ma, allo stesso tempo, non provocare ferite allo stesso. A seconda delle varie esigenze di localizzazione (balconi, modanature di aperture, elementi decorati, marcapiani ecc.) e previa attenta valutazione sul comportamento del volatile (punti di sosta, nidificazione, deambulazione ecc.) gli sproni saranno montati sulla banda più o meno fitti, verticali, orizzontali, incrociati con varie inclinazioni, singolarmente o su entrambi i lati. La suddetta banda dovrà essere posizionata leggermente arretrata rispetto al bordo (così da non essere visibile dal basso) e disposta in modo tale da non consentire l'atterraggio di volatili.

Protezione delle superfici estradossali con sistema di tipo elettrostatico

Previa esecuzione delle operazioni preliminari precedentemente descritte, la procedura prevede il posizionamento del sistema elettrostatico che si basa su rapidissimi impulsi elettrici ad alta tensione ma a bassa corrente funzionanti in corrente continua a 12 volt.

Il funzionamento del sistema è determinato dall'installazione di una centralina elettronica alimentata a 230 volt che eroga una tensione di scarica variabile tra 4,0 e 6,0 KV con amperaggio inferiore a 30 mA. La tensione è erogata verso l'impianto ad impulsi variabili, superiori al secondo, utilizzando speciali cavetti per alta tensione con protezione a doppia guaina in PVC trattata contro i raggi UV e garantiti fino a 25 KV. La distribuzione avviene tramite il collegamento con tondini in acciaio inox AISI 316, staffe in policarbonato trasparente, antistatico e antiurto, trattate contro i raggi UV, collegate con un apposito cavetto per alta tensione, creando, sulla distribuzione filare a copertura, un efficacissimo deterrente elettrostatico atto ad allontanare qualsiasi volatile. Grande

cura dovrà essere dedicata alla installazione dei materiali, alle loro dimensioni ed alla loro sagomatura, provvedendo prima ad una accurata disinfezione sanitaria a largo spettro di azione, contro tutti i microorganismi patogeni.

Nell'installazione dovranno essere tenute in considerazione le abitudini dei volatili, la tipologia dei materiali da proteggere e l'estetica della costruzione.

Specifiche

L'alimentazione del sistema può essere fornita da un generatore fotovoltaico ad energia solare, la continuità di funzionamento durante le ore notturne può essere garantita da una serie di accumulatori ubicata all'interno della centralina.

Al fine di completare il sistema antivolatili potranno essere installate particolari barriere costituite da reti ornitologiche morbide in fibre polimeriche ad alta tenacità, resistenti agli agenti atmosferici ed ai raggi UV, non infiammabili ed esenti da cariche elettrostatiche atte ad impedire l'accesso ai volatili nelle parti più anguste, nelle aperture (ad es. celle campanarie) ovvero a protezione di elementi decorati e/o modellati tipo capitelli, statue, stemmi.

Art. 93 Sostituzioni

Agli interventi di sostituzione totale o parziale di componenti dell'edificio (murature, orizzontamenti, manti e substrati, rivestimenti, pavimentazioni e substrati, intonaci, tinteggiature, infissi interni ed esterni, serramenti, ringhiere, grate, eventuali sistemi impiantistici storico-tradizionali, ecc.) si farà ricorso esclusivamente in presenza di elementi e materiali spurii di cui, in progetto o in corso d'opera ad insindacabile giudizio del *Direttore dei lavori*, sia accertata l'incompatibilità con il decoro formale dell'edificio e/o con le caratteristiche chimico-fisiche, meccaniche, geometrico-formali ed estetiche delle componenti, dei materiali e delle tessiture originali; la sostituzione è ammessa, altresì, per componenti originali o storiche, allorquando ragioni di salvaguardia e conservazione del singolo elemento o dell'intero bene ne impediscano la permanenza in situ. In entrambi i casi ci si atterrà alle prescrizioni progettuali o, in caso di esigenza manifestatasi in c.o., a quanto disposto dal *Direttore dei lavori*.

Le eventuali sostituzioni dovranno essere eseguite ricorrendo a materiali e tecniche analoghe agli originali, adottando tutte le cautele necessarie per garantire la sicurezza e l'integrità delle parti e strutture adiacenti.

Per la definizione delle modalità esecutive si rinvia ai rispettivi articoli del presente capitolato relativi alle nuove realizzazioni.

Art. 94 Nuove opere murarie

Generalità

Tutte le murature dovranno essere realizzate concordemente ai disegni di progetto, eseguite con la massima cura ed in modo uniforme, assicurando il perfetto collegamento in tutte le parti.

Durante le fasi di costruzione dovrà essere curata la perfetta esecuzione degli spigoli, dei livelli di orizzontalità e verticalità, la creazione di volte, piattabande e degli interventi necessari per il posizionamento di tubazioni, impianti o parti di essi.

La costruzione delle murature dovrà avvenire in modo uniforme, mantenendo bagnate le superfici anche dopo la loro ultimazione. Saranno, inoltre, eseguiti tutte le ammorsature ed i cordoli e le relative armature, richiesti dal progetto o eventualmente prescritti dal Direttore dei lavori.

Tutte le aperture verticali saranno comunque opportunamente rinforzate in rapporto alle sollecitazioni cui verranno sottoposte.

I lavori non dovranno essere eseguiti con temperature inferiori a 0° C., le murature dovranno essere bagnate prima e dopo la messa in opera ed includere tutti gli accorgimenti necessari (cordoli, velette) alla buona esecuzione del lavoro.

Gli elementi da impiegare nelle murature dovranno avere le seguenti caratteristiche:

murature portanti — conformi alle prescrizioni del D.M. 20 novembre 1987;

murature non portanti — conformi alla norma UNI 8942-2.

Muratura in blocchetti di tufo

La posa in opera dei blocchetti di tufo avverrà per strati orizzontali con blocchetti sfalsati, allettati con malta cementizia a base pozzolanica e giunti di spessore di 5 mm. ca.; sia gli angoli, gli incroci che le facce esterne dovranno essere perfettamente allineati orizzontalmente e verticalmente.

L'eventuale finitura a faccia-vista potrà essere realizzata nei due modi seguenti:

- a) con l'accostamento, ad una muratura preesistente o realizzata ad una testa, di una fila di blocchetti in tufo messi in opera di coltello, con giunti di ca. 3 mm., filo della malta dei giunti arretrato rispetto alle superfici esterne, fughe allineate e perfetta complanarità dei vari piani;
- b) con la realizzazione di murature a giunto stretto poste a coltello ed ottenute con la svasatura dello spessore dei singoli blocchetti di tufo (a tronco di piramide) per consentire il montaggio senza giunto in vista ed il posizionamento della malta negli spazi ricavati dal taglio indicato; le fughe dovranno essere perfettamente allineate ed i piani complanari.

Materiali naturali e di cava

La messa in opera delle murature, la preparazione delle malte necessarie al loro ancoraggio e tutte le operazioni relative all'impiego di materiali naturali andranno eseguite in accordo con quanto richiesto per i materiali naturali ed indicato di seguito.

Acqua

Dovrà essere dolce, limpida, scevra di materie terrose od organiche e non aggressiva con un pH compreso tra 6 e 8 ed una torbidezza non superiore al 2%; quella usata negli impasti cementizi non dovrà presentare tracce di sali in percentuali dannose, in particolare solfati e cloruri in concentrazioni superiori allo 0,5%. Non è consentito l'impiego di acqua di mare salvo esplicita autorizzazione ed è, comunque, tassativamente vietato l'uso di tale acqua per calcestruzzi armati e per le strutture con materiali metallici soggetti a corrosione.

Sabbia

La sabbia da usare nelle malte e nei calcestruzzi non dovrà contenere sostanze organiche, dovrà essere di qualità silicea, quarzosa, granitica o calcarea, avere granulometria omogenea e proveniente da frantumazione di rocce con alta resistenza a compressione; la

perdita di peso, alla prova di decantazione, non dovrà essere superiore al 2%. La sabbia utilizzata per le murature dovrà avere grani di dimensioni tali da passare attraverso il setaccio 2, UNI 2332-1. La sabbia utilizzata per le murature faccia a vista dovrà avere grani di dimensioni tali da passare attraverso il setaccio 0,5, UNI 2332-1.

Ghiaia - Pietrisco

I materiali dovranno essere costituiti da elementi omogenei, resistenti non gessosi escludendo quelli con scarsa resistenza meccanica, friabili ed incrostatati.

I pietrischi e le graniglie proverranno dalla frantumazione di rocce silicee o calcaree, saranno a spigolo vivo e liberi da materie organiche o terrose. La granulometria e le caratteristiche degli aggregati per conglomerati cementizi saranno strettamente rispondenti alla normativa specifica.

Pietre naturali e Marmi

Dovranno essere omogenee, a grana compatta esenti da screpolature, piani di sfaldatura, nodi, scaglie etc.

Laterizi

I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensione (pieni, forati e per coperture) dovranno essere scevri da impurità, avere forma regolare, facce rigate e spigoli sani; presentare alla frattura (non vetrosa) grana fine, compatta ed uniforme; essere sonori alla percussione, assorbire acqua per immersione ed asciugarsi all'aria con sufficiente rapidità; non sfaldarsi sotto l'influenza degli agenti atmosferici e di soluzioni saline; non screpolarsi al fuoco ed al gelo, avere resistenza adeguata, colore omogeneo e giusto grado di cottura; non contenere sabbia con sali di soda e di potassio.

Tutti i tipi di laterizi destinati alla realizzazione di opere murarie, solai e coperture saranno indicati come blocchi forati, mattoni pieni, mattoni semipieni, mattoni forati, blocchi forati per solai, tavelloni, tegole, etc., avranno dimensioni e caratteristiche fisiche e meccaniche conformi alle norme vigenti.

Art. 95 Intonaci

Generalità

L'esecuzione degli intonaci, interni od esterni dovrà essere effettuata dopo un'adeguata stagionatura (50-60 giorni) delle malte di allettamento delle murature sulle quali verranno applicati.

Le superfici saranno accuratamente preparate, pulite e bagnate.

Per le strutture vecchie non intonacate si dovrà procedere al distacco di tutti gli elementi non solidali con le murature, alla bonifica delle superfici ed alla lavatura.

Per le strutture già intonacate si procederà all'esportazione dei tratti di intonaco non aderenti o compromessi, alla scalpellatura delle superfici ed alla lavatura.

L'esecuzione degli intonaci dovrà essere protetta dagli agenti atmosferici; lo strato finale non dovrà presentare crepature, irregolarità negli spigoli, mancati allineamenti o altri difetti. Le superfici dovranno essere perfettamente piane con ondulazioni inferiori all'uno per mille e spessore di almeno 15 mm.

La messa in opera dello strato di intonaco finale sarà, comunque, preceduta dall'applicazione, sulle murature interessate di uno strato di intonaco grezzo al quale

verrà sovrapposto il tipo di intonaco (intonaco civile, a stucco, plastico, etc.) indicato dalle prescrizioni per la finitura.

Rasature

La rasatura per livellamento di superfici piane o curve (strutture in c. a., murature in blocchi prefabbricati, intonaci, tramezzi di gesso, etc.) dovrà essere realizzata mediante l'impiego di prodotti premiscelati a base di cemento tipo R "325", cariche inorganiche e resine speciali, da applicare su pareti e soffitti in spessore variabile sino ad un massimo di mm. 8.

Intonaco grezzo

Dovrà essere eseguito dopo un'accurata preparazione delle superfici secondo le specifiche dei punti precedenti e sarà costituito da uno strato di spessore di 5 mm. ca. di malta conforme alle caratteristiche richieste secondo il tipo di applicazione (per intonaci esterni od interni); dopo queste operazioni verranno predisposte delle fasce guida a distanza ravvicinata.

Dopo la presa di questo primo strato verrà applicato un successivo strato di malta più fine in modo da ottenere una superficie liscia ed a livello con le fasce precedentemente predisposte.

Dopo la presa di questo secondo strato si procederà all'applicazione di uno strato finale, sempre di malta fine, stuccando e regolarizzando la superficie esterna così ottenuta.

Intonaco civile

L'intonaco civile dovrà essere applicato dopo la presa dello strato di intonaco grezzo e sarà costituito da una malta, con grani di sabbia finissimi, lisciata mediante fratazzo rivestito con panno di feltro o simili, in modo da ottenere una superficie finale perfettamente piana ed uniforme.

Sarà formato da tre strati di cui il primo di rinzafo, un secondo tirato in piano con regolo e fratazzo e la predisposizione di guide ed un terzo strato di finitura formato da uno strato di colla della stessa malta passata al crivello fino, lisciati con fratazzo metallico o alla pezza su pareti verticali. La sabbia utilizzata per l'intonaco faccia a vista dovrà avere grani di dimensioni tali da passare attraverso il setaccio 0,5, UNI 2332-1.

Intonaco a stucco

L'intonaco a stucco dovrà essere applicato dopo la presa dell'intonaco grezzo e sarà costituito da due strati; il primo strato di spessore 2/2,5 mm. sarà formato con malta per stucchi, ed il secondo strato di spessore 1,5 mm. sarà formato con colla di stucco.

La superficie verrà lisciata con fratazzo di acciaio e, in caso di stucchi colorati, questi verranno approntati durante la preparazione della malta, mescolando i coloranti prescritti nell'impasto.

Intonaci speciali

Normalmente costituiti da rivestimenti plastici da applicare alle superfici murarie o su intonaci applicati tradizionalmente; dovranno avere caratteristiche di particolare resistenza al gelo ed agli agenti atmosferici, di impermeabilità, di aderenza, etc. rispondenti alle prescrizioni (UNICHIM) già indicate per le pitture ed alle eventuali specifiche richieste in sede progettuale.

La composizione sarà a base di leganti (resine acriliche, etc.), inerti e vari additivi; i

rivestimenti plastici con resine di qualità, ossidi, polveri minerali ed additivi dovranno essere particolarmente resistenti alle azioni dell'ambiente esterno mantenendo inalterate tutte le specifiche fissate.

I rivestimenti a base di resine plastiche saranno composti, oltre alle sostanze già citate, anche da polveri o graniglie di quarzo che dovranno essere perfettamente dosate nei vari componenti e con risultati finali, dopo l'applicazione, di stabilità e totale aderenza alle superfici di supporto.

Nel seguente elenco sono riportati alcuni tipi di intonaco:

- intonaco per interni costituito da gesso di scagliola e calce idrata nelle opportune proporzioni, da applicare a pareti e soffitti con superficie finale perfettamente levigata;
- intonaco resistente alla fiamma (REI 90) costituito da materiali minerali e leganti idonei, dello spessore complessivo minimo di mm. 20, da porre in opera sia su pareti che soffitti;
- rivestimento murale realizzato con graniglie di marmo accuratamente selezionate ed impastate con resine acriliche in emulsione, applicato e lisciato con spatola metallica per pareti interne anche su intonaco esistente previa preparazione delle superfici con idoneo fissativo ed isolante;
- rivestimento murale con resine in emulsione impastate con opportune cariche di quarzo e pigmenti inorganici, da applicare su pareti interne con spatola metallica previa verifica dell'intonaco preesistente e preparazione delle superfici con idoneo fissativo ed isolante;
- fissaggio di vecchi intonaci civili degradati superficialmente con conseguente formazione di polveri mediante l'applicazione:
 - a) di silicato di potassio secondo le norme VOB/CDIN18363 2.4.6 con effetto impermeabilizzante e traspirante;
 - b) di fissante per pietre naturali ed intonaci a base di estere silicico in solventi organici con idrorepellenza o non, per assorbimento medio di lt. 0,500 di prodotto al mq.
 - c) di impregnante di fondi minerali (intonaci e pietre) con silossano micromolecolare in solvente organico con funzione impermeabilizzante per rendere idrorepellente i pori delle strutture consentendo la propagazione del vapore acqueo.

Intonaci aeranti

L'umidità delle pareti potrà essere rimossa, in conformità con le prescrizioni progettuali, anche con l'impiego di intonaci aeranti ottenuti miscelando con la malta anche delle sostanze attive che introducono nell'intonaco un livello di porosità tale da creare un'azione di aspirazione per capillarità dell'acqua contenuta nel muro da risanare.

L'applicazione di tale intonaco dovrà essere eseguita, dopo un'idonea preparazione del supporto e dopo un'attenta valutazione della quantità d'acqua di risalita che dovrà avere quantità e periodicità ridotte e tali da rendere efficace questo sistema; nel caso di manifestazioni di umidità continue ed abbondanti si dovrà ricorrere a sistemi più invasivi ed efficaci.

Resta da escludersi l'impiego di questo sistema nel caso di presenza di acqua di falda (continua) ed in quantità rilevanti.

Gli intonaci aeranti a porosità elevata dovranno, inoltre, essere applicati esclusivamente

nelle seguenti condizioni:

- a) livello elevato di aerazione naturale o artificiale degli ambienti di applicazione per garantire, anche nel futuro, la riuscita del trattamento e soprattutto la produzione di livelli di umidità interna in grado di essere controllati dalle strutture di ventilazione presenti;
- b) spessori e strutture murarie tali da non costituire impedimento all'azione di traspirazione e di capillarità;
- c) azione accurata di rimozione dei sali, specialmente nei primi periodi dopo l'applicazione, per evitare occlusioni della porosità dell'intonaco e quindi inefficacia del trasporto per capillarità.

Nel caso di applicazioni in ambienti esterni, allo strato di intonaco aerante dovrà essere sovrapposto uno strato di prodotti traspiranti per garantire la protezione e la buona riuscita dell'intonaco stesso.

Interventi di consolidamento degli intonaci

Nei casi di deterioramento dell'intonaco e del conseguente distacco dal supporto murario (che può avvenire per condizioni atmosferiche, esecuzioni delle malte) dovranno essere chiaramente individuate le cause prima di procedere ai lavori di ripristino previsti dal progetto effettuando anche, se necessario, dei saggi sotto il controllo del *Direttore dei lavori*.

I distacchi e il deterioramento dell'intonaco danno origine ad una serie di conseguenze che dovranno essere risolte in funzione del tipo di supporto e della possibilità di effettuare lavori di rimozione totale o di restauro conservativo.

Nel caso in cui si intenda procedere con la rimozione totale delle parti distaccate, queste dovranno essere rimosse estendendo questa operazione fino alle zone circostanti saldamente ancorate ed in condizioni tali da poter garantire, nel tempo, la loro adesione al supporto.

Le operazioni di pulizia che dovranno, comunque, precedere gli interventi in tutti e due i casi saranno eseguite con pennelli asciutti, cannule di aspirazione e bagnatura delle parti esposte prima di eseguire i lavori sopra indicati.

I lavori di ripristino o manutenzione nel caso di intonaci correnti, in cui è possibile rimuovere le parti distaccate, saranno eseguiti con la formazione di malte, il più possibile omogenee a quelle preesistenti, che verranno poste in opera anche con l'applicazione di una serie di strati in relazione allo spessore da raggiungere ed avendo cura di non realizzare strati superiori ai 4-5 mm. ca. di spessore per applicazione.

L'utilizzo di una coltella di ripristino degli strati mancanti è consentito solo nei casi in cui il livellamento con gli intonaci esistenti in buone condizioni è raggiungibile con spessori ridotti (2-3 mm.), ferma restando la verifica delle condizioni del supporto e degli altri strati di intonaco presenti.

Per quanto riguarda gli intonaci di qualità e pregio tali da non consentire la rimozione delle parti distaccate si dovrà procedere con delle iniezioni di soluzioni adesive idonee a tale scopo oppure fissando nuovamente al supporto le parti in via di distacco con delle spennellature di soluzione adesiva, previa pulizia accurata delle zone d'intervento.

Stuccature

Qualora il ripristino degli intonaci preveda degli interventi di stuccatura si procederà nel modo seguente:

- 1) analisi delle cause che hanno generato i microdistacchi o le fessurazioni su cui si deve intervenire verificando la consistenza superficiale dei fenomeni (che diversamente richiederebbero interventi di natura strutturale);
- 2) preparazione delle malte da utilizzare che dovranno essere un grassello di calce con inerti di dimensioni variabili per i riempimenti più consistenti ed impasti più fluidi da usare per gli interventi di finitura;
- 3) utilizzo di malte epossidiche o impasti speciali per le opere di stuccatura di fessurazioni di origine strutturale.

Art. 96 Trattamento ed eliminazione dell'umidità

Generalità

Nel caso le manifestazioni ed i deterioramenti dovuti all'umidità assumano caratteristiche tali da compromettere lo stato generale dei manufatti interessati fino ad alterare anche il loro comportamento alle sollecitazioni di natura statica e meccanica e in applicazione delle prescrizioni progettuali, dovranno essere adottati i trattamenti di seguito riportati.

Qualunque tipo di intervento dovrà essere preceduto da un'analisi approfondita delle cause principali che hanno dato origine al problema senza trascurare anche tutte le concause che possono aver contribuito alla sua estensione.

La risoluzione di questi problemi dovrà essere effettuata utilizzando i due principali tipi di interventi realizzabili in questi casi:

- a) opere di bonifica con lavori di realizzazione di intercapedini aeranti, vespai, drenaggi o modificazioni forzate (riscaldamento o climatizzazione) dei microclimi locali;
- b) interventi diretti sui manufatti di tipo meccanico o fisico.

Opere di bonifica

Dovranno essere utilizzati questi tipi di interventi per l'eliminazione dei fenomeni di umidità che si manifestano principalmente nelle fondazioni, sottomurazioni, parti interrato o a contatto con delle zone umide (terra, acqua) non sufficientemente isolate e esposte ai fenomeni di risalita o vaporizzazione dell'acqua. In questi casi si dovranno prevedere una serie di lavori da eseguire in aree non strettamente limitate a quelle dove si è manifestato il deterioramento; questi lavori dovranno essere eseguiti secondo le specifiche prescrizioni riportate di seguito.

Vespai

Questo tipo di intervento dovrà essere costituito da uno spessore complessivo di materiale con un'altezza media di cm. 50 ca., costituito da spezzoni di pietrame ed aerato con aperture disposte lungo le pareti perimetrali di delimitazione del vespaio stesso. Sulla parte superiore del vespaio andrà steso un massetto dello spessore totale di 8-10 cm. armato con rete elettrosaldata ed impermeabilizzato con uno o due strati di guaina in poliestere armata per garantire un totale isolamento dal terreno sottostante.

Drenaggi

Tutte le opere di drenaggio dovranno garantire un adeguato allontanamento dell'acqua giunta

a contatto delle superfici esterne delle murature perimetrali o delle intercapedini in modo tale da eliminare qualsiasi permanenza prolungata in grado di facilitare delle infiltrazioni.

Il drenaggio verrà realizzato con uno scavo sulla parte esterna della parete interessata dal problema e dal suo riempimento con scheggioni di cava di dimensioni medie ai quali, sul fondo dello scavo, può essere aggiunto anche un tubo forato (con pendenza dell'1% ca.) per rendere più efficace la raccolta ed il conseguente allontanamento dell'acqua. Le opere di drenaggio dovranno essere affiancate, se possibile, anche da interventi di impermeabilizzazione delle pareti esterne e da interventi di protezione superficiali delle zone a contatto con il fabbricato (marciapiedi, pavimentazioni o asfaltature parziali) per impedire la penetrazione dell'acqua piovana. Le opere di drenaggio devono essere posizionate a ca. 2 mt. dai bordi delle travi di fondazione per impedire qualunque tipo di contatto tra il piano di appoggio delle fondazioni e l'acqua stessa.

Intonaci aeranti

L'umidità delle pareti potrà essere rimossa anche con l'impiego di intonaci aeranti ottenuti miscelando con la malta anche delle sostanze attive che introducono nell'intonaco un livello di porosità tale da creare un'azione di aspirazione per capillarità dell'acqua contenuta nel muro da risanare.

L'applicazione di tale intonaco dovrà essere eseguita, dopo un'idonea preparazione del supporto e dopo un'attenta valutazione della quantità d'acqua di risalita che dovrà avere quantità e periodicità ridotte e tali da rendere efficace questo sistema; nel caso di manifestazioni di umidità continue ed abbondanti si dovrà ricorrere a sistemi più invasivi ed efficaci.

Resta da escludersi l'impiego di questo sistema nel caso di presenza di acqua di falda (continua) ed in quantità rilevanti.

Gli intonaci aeranti a porosità elevata dovranno, inoltre, essere applicati esclusivamente nelle seguenti condizioni:

- a) livello elevato di aerazione naturale o artificiale degli ambienti di applicazione per garantire, anche nel futuro, la riuscita del trattamento e soprattutto la produzione di livelli di umidità interna in grado di essere controllati dalle strutture di ventilazione presenti;
- b) spessori e strutture murarie tali da non costituire impedimento all'azione di traspirazione e di capillarità;
- c) azione accurata di rimozione dei sali, specialmente nei primi periodi dopo l'applicazione, per evitare occlusioni della porosità dell'intonaco e quindi inefficacia del trasporto per capillarità.

Nel caso di applicazioni in ambienti esterni, allo strato di intonaco aerante dovrà essere sovrapposto uno strato di prodotti traspiranti per garantire la protezione e la buona riuscita dell'intonaco stesso.

Operazioni di deumidificazione di apparecchi murari

Generalità

I lavori di deumidificazione delle murature, qualsiasi sia il sistema di risanamento adottato (drenaggi, vespai, intonaci macroporosi, iniezioni con miscele idrofobizzanti ecc.)

necessiteranno di analisi preventive, al fine di stabilire la natura del degrado e, di conseguenza, definire la metodologia da adottare più appropriata per risolvere lo specifico problema.

Drenaggi, intercapedini, vespai

Le procedure d'intervento si riferiscono a varie tecnologie atte a fronteggiare la presenza dell'umidità; le operazioni si relazionano principalmente a fondazioni o muri controterra poiché elementi che possono facilmente impregnarsi d'acqua, in fase liquida, proveniente direttamente dal sottosuolo, per capillarità. L'assorbimento si può verificare al piede delle fondazioni, sulle pareti laterali e sulle pavimentazioni a diretto contatto con il terreno (mancanza del primo solaio a terra).

Tutte queste procedure implicano demolizioni e scavi che potrebbero risultare dannosi per l'equilibrio statico del manufatto; per questo, prima di procedere dovranno essere attuate appropriate indagini preliminari allo scopo di definire un preciso quadro diagnostico sia sul terreno sia sulla muratura, al fine di conoscere la reale configurazione e natura geologica del suolo, nonché il reale stato conservativo delle murature interrato.

L'eliminazione di una consistente parte di terreno con funzione di contenimento per la parte di muro fondale, potrebbe innescare cedimenti e provocare quadri fessurativi. Nella probabilità che ciò possa verificarsi sarà basilare intervenire preventivamente con il consolidamento delle strutture e, in seguito, con lo scavo della trincea.

Maggiori specifiche sulle modalità di scavo potranno essere desunte dagli articoli specifici sugli scavi (scavi di sbancamento, scavi a sezione obbligata, scavi di accertamento ecc.).

Drenaggi

L'intervento, da effettuarsi all'esterno del manufatto, ha lo scopo di evitare il contatto diretto tra la muratura ed il terreno umido; la tecnica è in grado di convogliare lontano dalla muratura le acque di scorrimento e quelle derivanti dalla falda freatica. Questo tipo di dispositivo potrà essere localizzato, sia in aderenza agli apparecchi murari, (questi si riveleranno utili ad intercettare le acque in pendii vicini al manufatto) sia distaccato; nel primo caso si renderà necessario posizionare, a contatto con il muro, una barriera impermeabile costituita da membrane bitume polimero elastomeriche, o realizzata mediante vernici impermeabilizzanti (minimo 2 mani a distanza di 24-48 ore per uno spessore finale di circa 2-3 mm ed un consumo di almeno 2-2,5 kg/m²).

Previa la rimozione o la demolizione dell'eventuale marciapiede perimetrale, dovrà essere realizzato uno scavo (eseguito a mano o con l'ausilio di piccoli escavatori a cucchiaio) per piccoli cantieri successivi, al fine di creare una trincea di profondità e larghezza dettate dalle disposizioni di progetto; in assenza di queste si procederà fino all'estradosso della fondazione o, quantomeno, ad una quota inferiore a quella dei pavimenti interni (larghezza minima 40-50 cm, altezza circa 70-80 cm) eseguendo gli eventuali, quanto opportuni, sbatacchiamenti in presenza di terreno incoerente o con terreno che non offra assolute garanzie di sicurezza.

Successivamente, previa accurata ripulitura della parete controterra (con tecnica indicata da disposizioni di progetto, ad es. acqua deionizzata ed energica spazzolatura con l'ausilio di spazzole di saggina) messa al vivo, al fine di rimuovere ogni traccia di terreno ed eventuali residui umiferi, si procederà alla stuccatura dei giunti con malta di calce

idraulica ed all'eventuale messa in opera di un nuovo intonaco (spessore consigliato 20 mm) con malta sempre a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 caricata con cocciopesto (per es. 1 parte di calce, 2 parti di sabbia fine, 1 di cocciopesto). In alternativa, in presenza di apparecchio "faccia a vista", potrà essere sufficiente stillare i giunti di malta con apposita malta di calce idraulica caricata con cocciopesto ovvero pozzolana (rapporto legante-inerte 1:2). Tirato e consolidato l'intonaco si applicherà la guaina isolante bituminosa che potrà essere a teli saldati a caldo (caratteristiche medie: spessore 4 mm; armata con tessuto-non-tessuto di poliestere imputrescibile; flessibilità a freddo di $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, resistenza a trazione long. 970 N/cm^2 e tr asv. 700 N/cm^2 ; allungamento a rottura long. 50% e trasv. 50%; resistenza alte temperature $>150\text{ }^{\circ}\text{C}$) o liquida data a pennello o a rullo (prodotto a consistenza liquida a base di bitumi con elastomeri e filler in dispersione acquosa; allungamento a rottura ca. 1000%; resistenza alte temperature $>150\text{ }^{\circ}\text{C}$; flessibilità a freddo $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$; resistenza a trazione long. 16 N/cm^2 e trasv. 20 N/cm^2 ; tempo di essiccazione superficiale ca. 1 h); per l'applicazione su superfici cementizie sarà opportuno prevedere la stesura preventiva di apposito primer.

- Al fine di evitare che il riempimento danneggi lo strato isolante potrà essere utile posizionare delle idonee membrane bugnate in polietilene ad alta densità HDPE (spessore ca. 6-10 mm; volume d'aria tra le bugne ca. $5,3\text{-}5,5\text{ l/m}^3$; resistenza alla pressione $> 200\text{ kN/m}^2$; stabilità termica da $+30\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$; resistente agli agenti chimici, agli urti, alle radici, non degradabile). Queste membrane, applicate con le bugne rivolte verso la parete (avendo cura di avere una sormonta longitudinale di almeno 10-20 cm), mediante tasselli ad espansione o chiodi in acciaio inox muniti di appositi bottoni con maglia $100\times 100\text{ cm}$, avranno, allo stesso tempo, sia la funzione di agevolare la circolazione dell'aria sia di proteggere la barriera isolante. Nel caso in cui si dovessero montare membrane bugnate munite di strato di geotessuto non-tessuto drenante in polipropilene a filo continuo si dovrà invertire la posa in opera ovverosia, il lato bugnato dovrà essere rivolto verso il terreno così da permettere al geotessuto un costante filtraggio delle particelle del terreno impedendo l'intasamento dei canali. In alternativa alla membrana bugnata si potranno realizzare dei pannelli in laterizio pieno posti in opera a coltello ed allettati con malta di calce idraulica.
- Il drenaggio vero e proprio sarà costituito dal riempimento a secco della trincea, precedentemente scavata, con ciottoli, scheggioni (costituiti da materiali poco porosi ed assorbenti come pietre laviche) disposti a mano su terreno ben costipato mediante spianatura, bagnatura e battitura, al fine di evitare cedimenti, o su piano costituito in magrone di cls; in ogni caso il piano dovrà essere tirato in modo da avere una pendenza intorno al 2-4% così da favorire il deflusso delle acque. Il drenaggio sarà integrato con un tubo drenante ($\varnothing 200\text{-}400\text{ mm}$) in materiale cementizio forato avente la corona superiore molto permeabile e la parte inferiore compatta ed impermeabile, posto sul fondo della fossa con la funzione di raccolta ed allontanamento delle acque nelle condotte principali di fognatura bianca, o in zona idonea al non ritorno dell'acqua reflua dal drenaggio. Il materiale di riempimento sopra il primo strato di ciottoli e scheggioni di grosse dimensioni (100-150 mm) dovrà essere di granulometria diversificata, sempre più

fine a mano a mano che ci si avvicina alla superficie; una granulometria di riferimento potrà essere composta da ciottoli di 30-60 mm, ghiaia di 5-10 mm, rifiorimento in sabbia 1,5-3 mm.

Tra i vari strati di granulometria diversa, se il progetto lo prevede, potrà essere inserito un foglio di tessuto-non-tessuto.

Al fine di impedire infiltrazioni d'acqua piovana si renderà necessario creare o ripristinare un marciapiede lungo tutto il perimetro dell'edificio di larghezza maggiore a quella della trincea drenante e d'inclinazione tale da allontanare l'acqua dalla parete. In tal modo l'assorbimento d'umidità sarà ridotto al solo piano di appoggio della fondazione.

Avvertenze

L'intervento, se correttamente eseguito ed affiancato all'interno dell'edificio dalla messa in opera di intercapedini o vespai areati, potrà risultare efficace e risolutivo nei casi in cui la risalita capillare dell'umidità non superi i 40-50 cm. In presenza di murature soggette ad elevata umidità di risalita sarà necessario evitare questo tipo di procedura ed orientarsi verso sistemi combinati più efficaci. Nel caso in cui lo scavo dovrà essere abbassato al di sotto della quota di fondazione, sarà opportuno (ai fini della sicurezza statica) posizionare la trincea drenante ad almeno 2 m dalla stessa per evitarne il possibile scalzamento.

Intercapedini, scannafossi

L'intervento prevede la formazione di un'intercapedine ventilata perimetrale (circa 40-80 cm di larghezza per una profondità di almeno una volta e mezzo l'altezza dell'umidità di risalita; ad es. per umidità fino ad 1 m scannafosso profondo 1,5 m) con la funzione di realizzare il completo distacco tra il terreno umido e la faccia verticale della muratura interrata; così facendo si favorirà l'aerazione delle murature del manufatto e di eventuali locali seminterrati. Con la messa in opera di questo tipo di dispositivo la muratura potrà assorbire acqua soltanto

dalla base e non più lateralmente, scaricandola nell'intercapedine sotto forma di vapore condotto, poi, verso l'esterno attraverso canali di ventilazione, griglie, aperture dirette ecc.

Previe operazioni di scavo, simili a quelle eseguite per il drenaggio, si procederà alla realizzazione, ad una distanza dettata dalle disposizioni di progetto (minimo 12 cm), di una controparete in mattoni pieni, in calcestruzzo armato o in elementi prefabbricati in c.a. (mezzi tubi 1 400 mm o elementi a "C" 400x400 mm) a seconda delle modalità descritte negli elaborati di progetto. L'intercapedine, indipendentemente dal materiale impiegato per costruirla, andrà realizzata in maniera indipendente rispetto alla struttura muraria dell'edificio interessata dall'intervento. Si eseguirà, pertanto, una struttura portante, parallela al perimetro delle murature, alla quale si appoggerà il sistema di chiusura che potrà essere realizzato con griglie metalliche, in tavelloni e massetto armato, in piastre in c.a. prefabbricate ecc. (in caso di intercapedine chiusa si dovranno necessariamente prevedere delle griglie di aerazione intervallate ogni 4-5 parti chiuse, da dimensionarsi rispetto alla grandezza del manufatto).

L'interno dello scannafosso andrà completamente impermeabilizzato tramite applicazione di guaina bituminosa liquida stesa a pennello od a rullo (prodotto a consistenza liquida a

base di bitumi con elastomeri e filler in dispersione acquosa, allungamento a rottura ca. 1000%, resistenza alte temperature $>150\text{ }^{\circ}\text{C}$, flessibilità a freddo $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, resistenza a trazione long. 16 N/c m^2 e trasv. 20 N/cm^2); nel caso di parete controterra “faccia a vista” potrà essere sufficiente stillare i giunti di malta con apposita malta di calce idraulica naturale NHL 3,5 caricata con cocchiopesto, ovvero pozzolana (rapporto legante-inerte 1:2). L’intercapedine dovrà, inoltre, essere ispezionabile mediante la creazione d’idonei pozzetti rimovibili e presentare il fondo conformato in modo da raccogliere l’acqua e farla defluire (pendenza 2-4%) verso idonei pozzetti di raccolta collegati al sistema fognario.

Tramite fori passanti nelle murature perimetrali ($\approx 10\text{-}20\text{ mm}$), eseguiti con apposite carotatrici, le intercapedini potranno essere collegate con eventuali vespai aerati presenti all’interno della costruzione.

I vantaggi di un sistema di questo tipo risiedono nel miglioramento delle condizioni termigrometriche dei locali interrati confinanti con lo scannafosso, nella possibilità di effettuare aperture di finestre a bocca di lupo migliorando, così, le condizioni di aerazione e, quindi, di abitabilità; inoltre, il vuoto crea una barriera alle vibrazioni meccaniche provenienti dalle strade e dai terreni limitrofi.

Controparete interna

Questa procedura risulta particolarmente adatta nei casi in cui risulta difficile, se non addirittura impossibile (sia per problemi economici sia strutturali), operare all’esterno. L’intervento si pone l’obiettivo di ottenere un’adeguata aerazione dei locali interrati e, allo stesso tempo, sfruttando i moti convettivi che si originano nell’intercapedine, ridurre per evaporazione, l’umidità relativa con un conseguente miglioramento delle condizioni di salubrità e di benessere dei locali interni. In linea generale una controparete dovrà:

non presentare contatti con la parete umida (per essere efficace, anche contro l’umidità di condensazione, la camera d’aria dovrà essere di circa 6-7 cm);

non avere alcuna comunicazione tra l’aria umida dell’intercapedine ed il locale da risanare; impostarsi su uno strato di materiale impermeabile (guaina bituminosa posizionata sul massetto);

avere un ricambio dell’aria umida verso l’esterno od in modo naturale o tramite elettroaspiratore (solo in caso di umidità ascendente dal terreno);

nel caso di umidità da condensazione dovrà possedere una chiusura ermetica anche verso l’esterno.

La procedura prevede, previa l’eventuale eliminazione dell’intonaco o di altro tipo di rivestimento sul lato interno della parete e successiva pulitura con acqua deionizzata e spazzolatura, la messa in opera di una controparete leggera e sottile costituita, seguendo le modalità indicate negli elaborati di progetto, da mattoni forati posti in piano o di coltello, ovvero da tavelline o lastre di calcestruzzo cellulare preverniciate con un impermeabilizzante sul lato interno ed unite con malte idrofughe. Per migliorare la resistenza termica della controparte dovrà essere posizionato un sottilissimo foglio d’alluminio che potrà rivestire indifferentemente, previa intonacatura rustica, l’una o l’altra faccia.

La soluzione di ventilazione più comune sarà data da una doppia fila di canali di aerazione (\approx

20-40 mm) capaci di assicurare il collegamento dell'interno dell'intercapedine con l'esterno realizzate ogni 100-150 cm in corrispondenza della quota del pavimento e del soffitto (circa a 15 cm). In presenza di umidità ascendente e se il progetto prevede una ventilazione forzata, si potrà, in alternativa, disporre le bocche d'aerazione in alto verso l'interno e, quelle in basso, verso l'esterno.

Nel caso di intercapedine ventilata si otterrà, generalmente, un minore isolamento termico, in quanto l'aria esterna che entra a contatto con quella dell'intercapedine scambia direttamente il calore con quest'ultima; sarà, tuttavia, assicurato lo smaltimento del vapore acqueo che si creerà nei locali ed all'interno dell'intercapedine per evaporazione dell'acqua eventualmente filtrata dalla parete esterna.

Particolari precauzioni dovranno essere adottate per la realizzazione dei fori di ventilazione i quali, al fine di evitare l'entrata di acqua esterna all'interno dell'intercapedine, dovranno essere eseguiti con pendenza verso l'esterno ed essere protetti da un cappelletto (in metallo, pietra o laterizio) ad uso di gocciolatoio che impedisca l'ingresso della pioggia e del vento diretto.

Vespai orizzontali

L'intervento si rivolge a quei locali interrati o seminterrati che hanno il pavimento a diretto contatto con il terreno umido, che presentano sia problemi di umidità legati alla condensa, sia dipendenti dalle condizioni termoigrometriche. La procedura si pone come obiettivo quello di isolare il pavimento dalle masse umide del terreno attraverso la formazione di un vespaio orizzontale eventualmente collegato, tramite appositi bocchette, con intercapedine d'aerazione esterna. La suddetta predisposizione di bocchette di ventilazione potrà essere omessa, sia nei casi in cui il progetto preveda la messa in opera di un massetto di cls, con spessore minimo 10 cm, sul quale stendere una membrana impermeabile a base bituminosa, sia nel caso in cui il riempimento sia costituito da materiale asciutto e termoisolante.

I vespai, dove possibile, dovranno sempre avere sviluppo nord-sud, in modo da garantire un minimo di movimentazione d'aria ed un'altezza minima pari a circa 30-40 cm, ottenibile attraverso uno scavo di sbancamento, eseguito a mano o con l'ausilio di piccoli strumenti meccanici, o diminuendo l'altezza del locale (maggiori specifiche sulle modalità di scavo potranno essere attinte dagli articoli specifici sugli scavi).

I vespai fondamentalmente sono di due tipi:

- a camera d'aria;
- a riempimento.

Vespai a camera d'aria

La procedura prevede l'eliminazione del contatto diretto tra pavimento e terreno attraverso la creazione di un vano vuoto, asciutto e termicamente coibente messo in opera al disotto della quota del primo solaio, con la funzione di fermare l'acqua ascendente dispersa nel terreno e di agevolare la riduzione della condensa atmosferica. Nei locali con almeno una parete che confina con l'esterno, il vespaio potrà essere collegato al di fuori mediante bocchette d'aerazione mentre, nei locali interni, il riciclo d'aria potrà mancare o, altrimenti, essere realizzato sfruttando un camino di tiraggio, cioè una condotta d'aerazione verticale che arrivi fino al tetto; il tiraggio di questi camini andrà calcolato in

rapporto al carico disponibile ed alla portata.

Gattaiolato

Questo tipo d'intervento può essere messo in opera nei casi in cui si ha la possibilità sia di rimuovere la pavimentazione esistente (per maggiori dettagli su questa procedura si veda quanto prescritto nell'articolo specifico), sia di eseguire uno scavo di circa 80-100 cm di profondità. Una volta eseguito lo scavo il piano dovrà essere regolarizzato mediante un magrone (dosato 1,5-2 q/m³) di calce idraulica naturale NHL 5 di circa 8-10 cm eventualmente armato con rete elettrosaldata 16 mm maglia 200x200 mm; lo spessore del piano di posa sarà dimensionato in funzione del carico operato dagli strati superiori. Sopra il piano potrà essere collocata una guaina isolante bituminosa che avrà un risvolto verticale sulle pareti perimetrali per tutta l'altezza del vespaio più una decina di centimetri sopra il pavimento o, in alternativa, (se il progetto non prevede il ripristino dell'intonaco) si potrà fermare a filo pavimento. Il gattaiolato vero e proprio sarà costituito da muretti di sostegno (ovvero dei pilastri minimi a due teste) in mattoni pieni ad una testa intervallati da 80-100 cm e di altezza variabile, secondo le prescrizioni di progetto, da un minimo di 30 cm ad un massimo di 80 cm; questi muretti dovranno essere muniti di fori di ventilazione (ad intervalli di circa 50 cm) ricavati lasciando spazi tra i corsi di mattoni. Sopra ai muretti si potranno posizionare tavelloni in laterizio (dim. medie 100x25x8 cm), lastre di cls leggero (dim. medie 100x50x6 cm) o altro materiale idoneo a creare un piano di sottofondo. Al di sopra di questo piano verrà gettata la soletta in calcestruzzo alleggerito con argilla espansa (spessore minimo di 10-12 cm) armata con rete elettrosaldata di acciaio Fe B 38 K adeguatamente dimensionata (ad es. tondi 16 mm e maglia 100x100 mm) o rete in polipropilene (PP) bi-orientata prodotta per estrusione (maglia 42x30 mm). L'impasto di calcestruzzo da utilizzare dovrà avere i requisiti richiesti dagli elaborati di progetto con una resistenza minima di 250 kg/cm². Sulla soletta prima dell'esecuzione del sottofondo per il pavimento, potrà, se previsto dagli elaborati di progetto, essere posizionato, previa stesura di foglio separatore (in carta lana o carta Kraft), uno strato di materiale termocoibente (caratteristiche medie di pannelli termocoibenti in polistirene espanso sinterizzato a celle chiuse: spessore minimo 30-35 mm; densità 30-35 kg/m³; reazione al fuoco classe 1; conducibilità termica 0,025-0,028 Kcal/mh °C; resistenza a compressione 2,45-3,0 kg/cm²; esente da assorbimento d'acqua per capillarità).

In alternativa, per creare un gattaiolato di modesto spessore, (altezza scavo 40-45 cm per una intercapedine di circa 12-15 cm) si potranno montare, a guisa dei muretti di sostegno, dei filari costituiti da laterizi pieni o forati posti di coltello con interasse variabile in funzione della successiva collocazione di un piano ottenibile con tavelloni o anche semplicemente con altri mattoni (in questo caso l'interasse sarà di 25 cm). I filari dovranno consentire il flusso d'aria tra i vari comparti collegati alle condotte d'aerazione. La stillatura dei giunti dovrà essere eseguita con malta di calce idraulica naturale.

Se previsti dalle disposizioni di progetto potranno essere aperti, mediante carotaggi sui muri d'ambito, dei canali d'aerazione (minimo 120 mm interasse 4-5 m) in modo da creare correnti d'aria (l'orientamento consigliato sarà: a nord la presa d'aria e a sud l'emissione

della stessa); ogni camera d'aria dovrà possedere almeno due aperture munite esternamente di griglie metalliche, così da consentire l'omogenea ventilazione di tutte le parti del solaio; nessuna apertura dovrà consentire il riflusso di aria verso l'ambiente interno; il sistema di canalizzazione dovrà permettere la naturale ventilazione aspirando e riversando aria in direzione di sbocchi aperti verso l'esterno.

Vespai con casseri prefabbricati

L'intervento può essere considerato la variante moderna del gattaiolato; il supporto della pavimentazione verrà gettato direttamente su casseri a perdere prefabbricati in polipropilene riciclato di varie dimensioni (minimo 50x50 cm massimo 75x100 cm) ed altezze (minimo 10 cm massimo 70 cm) dalla forma ad igloo quadrilateri svuotati ai fianchi al fine di consentire la circolazione d'aria nelle quattro direzioni. Questa tecnologia offre la possibilità di posizionare in ogni direzione tubazioni, condutture e cavi.

I moduli, dotati di nervature per potenziare le caratteristiche meccaniche e il sistema d'incastro rapido senza necessità di fissaggio, verranno accostati per ricavare l'intercapedine ed, al tempo stesso, il piano per il getto della soletta (che dovrà essere minimo di 4-5 cm ed armata con rete elettrosaldata di acciaio Fe B 38 K 1 6 mm e maglia 200x200 o rete in polipropilene (PP) bi-orientata a maglia 42x30 mm, da posizionare direttamente sopra il cassero). Si procederà con la messa in opera dei pannelli termoisolanti e del pavimento con il relativo sottofondo. I moduli poggeranno su sottofondo di livellamento realizzato in ghiaia e magrone (dosato 2 q/m³) di calce idraulica naturale NHL 5 di almeno 10 cm armato con rete elettrosaldata 1 6 mm maglia 200x200 mm.

Attraverso perforazioni sulle pareti perimetrali si potranno aprire bocchette d'aerazione (si vedano le considerazioni fatte per il gattaiolato).

Vespai a riempimento

Questo tipo di intervento è adottato quando, pur avendo la possibilità di rimuovere la pavimentazione esistente, non risulta possibile effettuare lo scavo necessario per la realizzazione del vespaio aerato; in ogni caso il piano di posa dovrà essere preparato tramite la realizzazione di uno strato di magrone (dosato 1,5 q/m²) di calce idraulica dello spessore minimo di 8-10 cm o, in alternativa, mediante semplice livellamento e battitura del terreno.

Il vespaio sarà ottenuto dall'accostamento di elementi lapidei asciutti, poco porosi, ottenuti da frantumazione di rocce dure, preferibilmente silicee, con struttura compatta; dovranno essere banditi materiali porosi ed assorbenti (tipo calcarei teneri, tufi, arenarie ecc.) e ghiaie di granulometria fine. La disposizione delle pietre (per una altezza di circa 25-30 cm) non dovrà seguire il criterio della massicciata ma, al contrario, gli elementi dovranno essere posizionati in modo accurato, collocando gli elementi con dimensioni decrescenti dal basso verso l'alto e facendo sì che si formino delle continuità di spazi tra di essi, spazi che, collegandosi con idonei cunicoli d'aerazione messi in opera rudimentalmente con gli stessi elementi lapidei, nel senso della circolazione determinata dalle bocchette sulle pareti esterne, consentiranno all'aria una libera circolazione.

Al di sopra delle pietre sarà sistemato uno strato di ghiaione o colaticcio di fiume

(rifornimento) di conveniente granulometria (sino ad arrivare al piano prescritto di norma 6-8 cm) al fine, sia di creare una sorta di piano al massetto della pavimentazione, sia di impedire che questo, penetrando nel vespaio, occulti gli spazi vuoti predisposti. Il massetto sarà composto esclusivamente di calce idraulica naturale caricata con granulato d'argilla espansa (per uno spessore minimo di 10-12 cm) eventualmente armata con rete elettrosaldata d'acciaio Fe B 38 K adeguatamente dimensionata (per es. tondi 16 mm e maglia 200x200 mm). L'intervento terminerà con la messa in opera d'idonea membrana bituminosa (spessore 10 mm) e del successivo pavimento con relativo sottofondo. Sarà sempre opportuno far salire, verticalmente, la guaina per almeno 20-30 cm sulle pareti d'ambito; nel caso in cui gli elaborati di progetto non dovessero prevedere il rifacimento dell'intonaco o in presenza di apparecchio "faccia a vista", la guaina potrà essere tagliata subito al di sotto della quota del pavimento.

Applicazione di intonaco macroporoso

La procedura descrive una metodologia volta al prosciugamento di murature fuori terra, interessate da fenomeni di umidità di risalita, mediante l'applicazione di intonaci ad elevata porosità in grado di aumentare la velocità di evaporazione dell'acqua, presente all'interno della muratura, di quel tanto che basta affinché la stessa non sia in grado di umidificarsi in seguito al contatto ed al conseguente assorbimento d'acqua dal terreno umido.

Questo tipo di operazione è consigliata quando risulta impossibile (per motivi tecnici e/o economici) intervenire con sbarramenti, deviazioni od altri sistemi più invasivi per cui non resta altra risoluzione che intervenire direttamente sull'apparecchio murario aiutandone la capacità di traspirazione. L'intonaco macroporoso, applicabile su tutti i tipi di muratura, potrà essere utilizzato anche su superfici di locali interni soggetti a forti concentrazioni di umidità o per ridurre i fenomeni di condensa sulle pareti degli ambienti confinanti, fermo restando un attivo ed efficiente sistema di aerazione. Questo tipo di intervento non sarà adatto in presenza di un costante contatto con acqua di falda.

L'intonaco macroporoso non sarà in grado di assicurare da solo nessun effetto di deumidificazione (ad eccezione di problematiche circoscritte a murature inferiori ai 30 cm interessate da modesti fenomeni d'umidità), ma assicurerà un buon prosciugamento dei residui d'acqua (specialmente nella stagione calda e secca) una volta limitata la fonte principale d'adescamento; inoltre, non essendo in grado di opporsi all'ingresso dell'acqua meteorica nel muro, dovrà essere trattato superficialmente con sostanze idrorepellenti ma traspiranti al vapore acqueo (ad es. pitture ai silicati), o con intonachino di finitura comunque additivato con idrorepellenti.

Questo tipo di intonaco sarà, di norma, ottenuto miscelando malte di base (ad es. calce idraulica naturale ed inerti leggeri selezionati o cocchiopesto in rapporto 1:3) con agenti porogeni (additivi in grado di creare vuoti all'interno della massa legante come ad es. silicati idrati di alluminio espanso, perossido di calcio, agenti tensioattivi ecc.) o sostanze di per sé porose (perlite, polistirolo ecc.). L'intonaco così ottenuto sarà ricco di macropori (>35-40% del volume) intercomunicanti tra loro con la funzione, sia di aumentare la superficie di evaporazione sia di immagazzinare i sali cristallizzati senza pericolo di disgregazione meccanica dell'intonaco.

La procedura operativa prevede le seguenti fasi esecutive:.

Asportazione intonaco

Si procederà con l'accurata spicconatura dell'intonaco danneggiato da acqua e sali fino ad un'altezza sopra la linea evidente dell'umidità, pari come minimo, a tre volte lo spessore della muratura (sarà consigliabile, comunque, non scendere al di sotto di un metro) avendo cura sia di rimuovere tutti gli eventuali materiali non compatibili estranei alla muratura (ad es. elementi metallici, lignei ecc.), sia di raschiare i giunti fra mattone e mattone (per almeno 2-3 cm di profondità) allo scopo di assicurarsi l'asportazione di sporco, muffe ed altri elementi contaminanti presenti tra gli interstizi, il materiale di scarto dovrà essere rimosso celermente dallo zoccolo del muro in quanto inquinato di sali (per maggior specifiche sulla asportazione dell'intonaco si rimanda all'articolo specifico).

Pulizia della superficie

La superficie, portata al vivo della muratura, dovrà essere pulita mediante un accurato lavaggio effettuato con l'ausilio di idropulitrice o con getto di acqua deionizzata a bassa pressione, spazzolando la superficie mediante spazzole di saggina o con altro idoneo sistema prescelto dal *Direttore dei lavori*

In caso di consistenti concentrazioni saline dovrà, al contrario, essere evitato qualsiasi lavaggio con idropulitrice che potrebbe compromettere ulteriormente il supporto; la superficie subirà una pulizia di fondo a mezzo di scopinetti e/o spazzole di saggina, con lo scopo di allontanare dalla muratura tracce di sporco e residui pulverulenti; in caso di necessità la pulitura potrà essere coadiuvata da getti di aria compressa a bassa pressione; in ogni caso la superficie dovrà essere oggetto di desalinizzazione attraverso un minimo di due cicli di impacchi di polpa di cellulosa imbevuta di acqua deionizzata (per ulteriori specifiche si rimanda all'articolo inerente "Estrazione di sali solubili mediante applicazione di compresse assorbenti").

Successivamente a questa fase dovranno essere asportate le parti mobili e quelle eccessivamente degradate sostituendole con elementi nuovi e, nel caso di parti mancanti od accentuati dislivelli, sarà opportuno procedere alla ricostruzione con cocci di mattoni e malta di calce (per maggiori specifiche si rimanda all'articolo riguardante le "Rincocciature").

Ristilatura dei giunti

Stuccatura dei giunti mediante malta a base di calce idraulica naturale ed inerti scelti e selezionati, ventualmente caricata con cocchiopesto (per maggiori specifiche si rimanda all'articolo riguardante le "risarciturestilature dei giunti di malta").

Eventuale primer antisale

In presenza di umidità elevata e di consistenti efflorescenze saline, previo periodo di traspirazione diretta della muratura, sarà consigliabile applicare a pennello od a spruzzo con un ugello erogatore di circa 1 2-4 mm (ad una pressione di circa 1 atm), su superficie perfettamente pulita ed asciutta un primer inibitore delle salinità e promotore della traspirazione, costituito da emulsione polimerica, incolore, esente da solventi, ad alto contenuto ionico, traspirante, al fine di eliminare il problema della comparsa di efflorescenze saline senza la formazione di pellicola superficiale non traspirante.

L'operazione dovrà essere eseguita su superfici non direttamente esposte ai raggi solari, alla pioggia, o in presenza di vento (temperature limite di esecuzione +5 °C +35 °C); dovrà essere, inoltre, eseguita dall'alto verso il basso, in più passate, bagnato su bagnato, facendo percolare per gravità, interrompendo l'applicazione solo quando la muratura sarà satura (ovverosia quando la superficie impregnata rimarrà lucida per almeno 10 secondi). Le eventuali eccedenze di prodotto rimaste sul supporto dopo il completamento del trattamento dovranno, necessariamente, essere asportate o, se sarà possibile, fatte penetrare nella muratura con applicazioni di solo solvente diluente.

Alla fine del trattamento si provvederà a proteggere la zona d'intervento dagli agenti atmosferici fino alla completa stabilizzazione della miscela applicata (tempo variabile da 12 a 48 ore).

Strato di rinzafo risanante

Previa bagnatura con acqua pulita della muratura (seguendo le accortezze in uso per l'applicazione di un normale intonaco) si procederà ad applicare, senza l'ausilio di guide e mediante cazzuola, lo strato di rinzafo (dello spessore variabile di 20-30 mm) a cui sarà demandato il compito di preparare un fondo ruvido atto all'adesione per il successivo strato di intonaco macroporoso. Il rinzafo, che dovrà essere applicato a copertura totale del supporto, sarà costituito da una malta a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 resistente ai solfati, rafforzata e stabilizzata con cocchiopesto vagliato e lavato (granulometria 3-8 mm) o, in alternativa pozzolane naturali di primissima qualità, unitamente a sabbie silicee e carbonatiche selezionate (granulometria: 2 parti 1,5/5 mm + 1 parte 0,5/1,2 mm) ed eventualmente additivata con idoneo agente porogeno/aerante così da essere caratterizzato da una porosità calibrata sottile (di norma 0,100-0,150 kg per 100 kg di legante) (rapporto legante inerte 1:3). Caratteristiche medie dell'impasto: resistenza a compressione 6-8 N/mm²; resistenza a flessione 2-3 N/mm²; resistenza alla diffusione del vapore ca. 12-15 l, porosità >25 %.

Strato di arriccio macroporoso

Dopo almeno 24-48 ore, cioè solo quando il rinzafo inizierà a rapprendersi, si procederà ad applicare, previa bagnatura del supporto, il successivo strato di intonaco macroporoso (macroporosità controllata) mediante cazzuola, per uno spessore minimo di 20 mm (in due strati di 10 mm/cad) eventuali strati superiori (fino ad un massimo di 30 mm) si applicheranno in strati successivi a distanza di 24 ore uno dall'altro (caratteristiche medie dell'impasto: granulometria 0,5-2 mm; resistenza a compressione 2-4 N/mm²; resistenza a flessione 1-2 N/mm²; resistenza alla diffusione del vapore ca. 6-8 l; porosità >35%; conduttività termica 0,30-0,42 W/mK). La stesura dell'intonaco dovrà essere eseguita avendo l'accortezza di non esercitare alcuna pressione su di esso; inoltre andrà lavorato unicamente con staggia o cazzuola americana (al fine di non ostruire i vuoti) evitando l'uso di frattazzo fine o liscature a cazzuola. L'impasto dell'arriccio macroporoso sarà a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 e grassello di calce caricate con sabbia vagliata (0,5-1,5 mm) e cocchiopesto (grana 1-5 mm) o pozzolana selezionata di alta qualità con l'aggiunta di idoneo additivo porogeno/aerante, se non diversamente specificato si potrà utilizzare un impasto costituito da: 1 parte di grassello di calce; 1 parte di calce idraulica naturale; 2 parti di sabbia; 2 parti di cocchiopesto; 0,04 parti di

agente porogeno/aerante (di norma 0,200-0,250 kg per 100 kg di legante).

Passati almeno 20 giorni si potrà procedere (secondo le disposizioni di progetto), alla stesura della rasatura superficiale che potrà essere tirata a frattazzo o rasata, colorata in pasta o meno, fermo restando le condizioni tassative di un alto valore di permeabilità al vapore acqueo; infine si potrà applicare un'eventuale coloritura che non alteri le caratteristiche di traspirabilità dell'intonaco come, ad esempio, le pitture alla calce o ai silicati (per specifiche sui trattamenti di finitura e/o protezione-coloritura si rimanda agli articoli specifici).

Avvertenze

Nel caso di utilizzo di prodotti premiscelati le modalità ed i tempi di applicazione potranno variare secondo la natura del prodotto e sarà obbligo seguire accuratamente le istruzioni del produttore, sia per quanto riguarda la preparazione degli impasti sia per i vari strati da applicare; ad esempio alcuni produttori omettono il primer antisale in quanto già compreso nella malta da rinzafo, oppure altri non prevedono il rinzafo con copertura totale ma solo uno strato al 60% sopra il quale applicare un primo strato antisale macroporoso (spessore 15 mm) ed uno di risanamento sempre macroporoso (spessore minimo 20 mm).

Nel caso di spessori di malta maggiori di 30-40 mm potrà essere consigliabile inserire una rete di supporto così da evitare l'insorgenza di fessurazioni; preferibilmente sarà montata una rete in polipropilene (PP) bi orientata a maglia quadrangolare (ad es. 30x45 mm) caratterizzata da totale inerzia chimica, elevate doti di deformabilità (13%) e leggerezza (peso unitario 140 g/m²), si ricorda che pannelli di rete adiacenti dovranno essere posati in modo da garantire almeno una sovrapposizione di due maglie.

Nel caso sia prevista l'applicazione dell'intonaco macroporoso soltanto su di una porzione di parete (ad es. per 150 cm), la linea di giunzione tra i due intonaci si potrà rivelare, nel tempo, un elemento critico: le diverse composizioni degli intonaci potrebbero far nascere cretti o piccole fessurazioni che demarcherebbero il nuovo intervento; si potrà cercare di ovviare a questo inconveniente mettendo sia in opera intonaci il più simile possibile (sia come leganti, sia come inerti) a quelli preesistenti sia posizionando, lungo la linea di giunzione (per un'altezza di circa 30-40 cm) una rete antifessurazione in polipropilene a maglia quadrangolare (ad es. 13x16 mm), le bande di rete potranno essere semplicemente appoggiate sulla malta ancora fresca procedendo dall'alto verso il basso, ed in seguito annegate con l'aiuto di un frattazzo o di una spatola; sarà oltremodo consigliabile sovrapporre eventuali teli adiacenti per un minimo di 10 cm.

Applicazione di intonaco termodepressurizzante

Messa in opera di intonaco termodepressurizzante (tipo Novomur), dotato di una struttura alveolare a cellula aperta macroporosa, diffusa nella massa, le cui cavità sono circondate da uno scheletro termoisolante che le mantiene distanziate, proteggendone le superfici interne. Gli alveoli, comunicanti fra loro attraverso una fitta rete di micropori, assicurano, quasi per aspirazione, il trasporto dell'umidità verso gli alveoli più grandi, da cui viene vaporizzata. L'effetto depressurizzante è dovuto al fatto che nello spessore dell'intonaco viene a crearsi un'elevatissima quantità d'aria di contatto con l'aria esterna tale da formare dei microvortici, i quali ispirano vapore permettendo che il

prosciugamento si raggiunga anche in presenza di un processo di umidificazione continuo come potrebbe essere un muro contro terra. L'applicazione di questo specifico intonaco farà sì che l'umidità incorporata nello spessore si sposti, a flusso continuo, verso i lati caldi, dove verrà inspirata e vaporizzata dalla massa termica depressurizzante, fino a completo esaurimento. Il processo di deumidificazione continua si stabilizzerà così alla base del muro, impedendo la risalita sia dell'umidità, sia dei sali; in questo modo la muratura non verrà più umidificata dalle acque disperse e tanto meno sfaldata dai sali. Questo specifico intonaco ha la capacità di adempiere a più funzioni contemporaneamente: mantenere l'ambiente sano e la muratura costantemente asciutta e integra, perfettamente isolata termicamente ed acusticamente, evitando al tempo stesso la proliferazione di batteri.

La procedura operativa prevede le seguenti fasi esecutive:

- asportazione intonaco (si veda quanto descritto all'articolo “Applicazione di intonaco macroporoso”);
- pulizia della superficie (si veda quanto descritto all'articolo “Applicazione di intonaco macroporoso”);
- messa in opera di primer: previa abbondante bagnatura del supporto murario con acqua pulita si procederà applicando una “schizzatura” con malta molto fluida composta da calce idraulica naturale, renone, acqua e ancorante, ossia resina acrilica emulsionata in acqua (rapporto acqua-resina: 10 l di acqua/1/kg di resina);
- messa in opera di intonaco termodepressurizzante: previa esecuzione di guide, eseguite con il materiale stesso o con listelli di legno, si procederà a stendere il prodotto a grosse mestolate, l'una vicina all'altra.

L'applicazione può essere eseguita in una sola passata sino a 3 cm di spessore, spessori più consistenti dovranno essere applicati in più passate, in ogni caso la sovrapposizione della malta potrà essere effettuata dopo 24 ore.

Al fine di non rompere gli alveoli creatisi all'interno della massa dovranno essere prese delle precauzioni operative, ossia:

- le sporgenze della malta dovranno essere tagliate con la sola cazzuola;
- in fase di tiraggio non si dovrà “ringrossare” l'arricciatura;
- si dovrà assolutamente evitare di “schiacciare” la malta;

non si dovrà impiegare il frattazzo per lisciare la superficie arriciata ma dovrà essere esclusivamente staggiata immediatamente dopo l'applicazione, altrimenti tenderà a strappare, pertanto non sarà consigliabile stendere la malta in una sola volta su una vasta superficie, ma sarà bene procedere a tratti di 70/80 cm alla volta.

La staggiatura dovrà essere eseguita con riga metallica, azionata lentamente a zig-zag dal basso verso l'alto: se successivamente alla staggiatura alcuni punti dovessero rimanere sotto livello, si potrà ingrossare l'arricciatura; questa operazione dovrà essere eseguita con estrema cautela in quanto si potrebbe incorrere nel cedimento dell'intera massa. La seconda staggiatura potrà essere eseguita con riga di legno al fine di rendere la superficie ruvida, pronta per ricevere il velo di finitura.

Il velo di finitura non dovrà contenere cemento né altri leganti resinosi ma dovrà essere composto solo da grassello di calce ben stagionato e sabbia. Il velo potrà essere applicato

dopo minimo 48 ore su spessori medi di 2-3 cm e dopo 5-6 giorni su spessori alti 4-7 cm; così come lo strato di finitura, anche la tinteggiatura finale non dovrà contenere leganti resinosi ma dovrà essere a base di calce o, in alternativa, al silicato di potassio.

Specifiche sui materiali

L'intonaco termodepressurizzante dovrà presentare le seguenti caratteristiche tecniche:

coefficiente di resistenza al vapore $\mu = 5,3$ per spessore di 2,5 cm;

coefficiente di velocità di trasmissione del vapore = 370 gr al giorno/m²;

conducibilità termica $\lambda = 0,045$ Kcal/hm°C;

peso specifico apparente 150kg/m³;

resistenza alla compressione 12 kg/cm² dopo 30 giorni.

Formazione di barriera chimica idrofobizzante

L'intervento si pone l'obiettivo di interrompere la risalita dell'umidità trasmessa dalle parti interrate del manufatto, tramite uno sbarramento (mediante impregnazione a lenta diffusione o per iniezione a bassa pressione) di natura chimica continua, orizzontale e/o verticale, capace di impedire l'infiltrazione capillare d'acqua. Questa procedura basa il suo funzionamento sul fatto che l'altezza della risalita d'umidità dipende dalla tensione superficiale delle pareti degli alveoli presenti all'interno dei materiali da costruzione. L'intervento sarà praticabile su qualsiasi tipo di muratura (ad eccezione, forse, di quelle a secco dove sarà consigliabile intervenire, con tecniche e con impregnanti diversi, sul contorno piuttosto che nel riempimento), sia fuori terra, sia interrata, in qualsiasi periodo dell'anno, salvo tenere presente che, a basse temperature, i tempi di indurimento dei formulati possono aumentare anche del 50%.

La procedura operativa prevederà le seguenti fasi esecutive:

Indagine preventiva

Prima di procedere all'impregnazione della muratura dovranno essere appurati vari fattori: la conformazione delle malte presenti, l'omogeneità della struttura, la misurazione indicativa del livello di umidità e l'analisi chimica dei materiali e dei tipi di sali eventualmente presenti; alcuni di essi potrebbero, infatti, influire negativamente nella deumidificazione e, in ogni caso, sarà opportuno eliminarli trasformandoli da idrosolubili in solubili. Al fine di riuscire ad individuare la linea di perforazione sarà conveniente conoscere la differenza di quote tra interno ed esterno. Il livello sarà segnalato ad un'altezza pari a circa 15-20 cm sopra la quota 0,00 che coinciderà con quella rilevata più alta; l'andamento di tale livello potrà essere orizzontale, verticale od obliquo a seconda dei casi specifici e delle prescrizioni di progetto. Prima di eseguire le forature sarà opportuno accertarsi che la porzione di muratura interessata dall'intervento presenti uno spessore costante; in caso contrario sarà necessario segnare sulla muratura dove avviene il cambiamento di spessore riportando le eventuali, differenti misure così da poter perforare rimanendo sempre entro i 5-8 cm al di sotto dello spessore del muro.

Andrà, inoltre, accertato che, nella porzione interessata dall'intervento, non siano presenti elementi estranei, come tubazioni od impianti elettrici che potrebbero essere danneggiati con la perforazione, o fessurazioni che favorendo la dispersione del liquido, renderebbero inefficiente l'intervento; pertanto, nel caso di fessurazioni, si procederà al loro ripristino seguendo le procedure indicate negli articoli specifici (la messa in opera di

una barriera chimica non arreca alcun mutamento alla statica del manufatto e non esistono riserve per il suo impiego in apparecchi lesionati o sconnessi escluso, ovviamente, la possibilità di insuccesso dell'intervento).

Nel caso si debba operare su di una muratura particolarmente disgregata si renderà necessario, prima di iniziare le operazioni di perforazione, consolidare la muratura in modo da garantire il suo equilibrio statico durante e dopo l'intervento. Il consolidamento seguirà i criteri dettati da ogni caso specifico. Se, invece, si tratterà di operare su di una superficie intonacata distaccata o particolarmente degradata, prima di perforare sarà vantaggioso eseguire l'asportazione dell'intonaco, da terra fino a 20-30 cm, sopra la linea di demarcazione delle forature e realizzare una fascia d'intonaco contenitiva per mezzo di malta con struttura molto debole (per es. 300 kg di calce idrata per 1,00 m³ di sabbia) in modo da poter essere rimossa con estrema facilità alla fine dell'operazione.

Perforazione della muratura

La muratura verrà perforata, con l'ausilio di un trapano a lenta rotazione a punta lunga, al livello prestabilito (generalmente ad una altezza di 15-20 cm dalla quota più alta dei due pavimenti che delimitano la stessa parete) così da ottenere dei fori perpendicolari alla muratura (iniezione a pressione), ovvero leggermente inclinati verso il basso di circa 20° (lenta percolazione), con un diametro in ragione della dimensione e della tipologia dei diffusori, di norma 10 mm per il sistema a pressione, 15-30 mm per il sistema a percolazione, distanziati tra loro reciprocamente dai 10-12 cm ai 15-25 cm e profondi quanto lo spessore della muratura meno 8-10 cm in caso di diffusione lenta; in caso di diffusione a bassa pressione la profondità sarà limitata a 10-12 cm. Il numero e la distribuzione delle perforazioni e, di conseguenza, la quantità di miscela da immettere seguiranno le disposizioni di progetto; in ogni caso saranno in rapporto alle caratteristiche strutturali, alle dimensioni delle murature, nonché al potere assorbente dei materiali. Per uno spessore di muratura inferiore ai 50-60 cm si potrà sempre realizzare la corsia di fori da un solo lato per una profondità pari a circa l'80% della sezione muraria; per spessori maggiori sarà consigliabile interferire su entrambi i lati lasciando il solito margine di 8-12 cm al fine di evitare la trasudazione del formulato all'esterno.

Se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, le perforazioni saranno eseguite sul materiale (pietra, mattone ecc.) e sul letto di malta se ambedue presenteranno potere assorbente, viceversa solo sui giunti di malta se il materiale sarà particolarmente compatto (ad es. muratura in laterizio pieno: una sola corsia di fori eseguiti nei giunti di malta o nell'elemento in cotto; muratura in elementi lapidei non assorbenti o muratura mista pietra e laterizio: doppia fila di forature eseguite solo nei giunti indicativamente, la prima a 10-12 cm dal piano 0,00 ed una seconda a 20-25 cm). Se il progetto prevede più file di fori, sarà consigliabile che queste siano disposte a quinconce, così da avere una sorta di maglia triangolare che potrà assicurare uno sbarramento continuo ed uniforme; particolare attenzione dovrà essere fatta dove la muratura presenti lesioni o soluzioni di continuità. In presenza di murature umide controterra sarà consigliabile praticare le perforazioni in verticale fino a superare circa 50-60 cm la quota di livello del terrapieno. Terminata l'operazione di perforazione dovrà, necessariamente, essere eseguita la pulitura dei fori da eventuali residui mediante aria compressa o scovolini.

Il fissaggio del diffusore o degli ugelli di iniezione (secondo la tecnica prescelta) alla muratura sarà realizzato in modo da ovviare l'eventuale fuoriuscita del liquido, con l'ausilio di una malta a presa rapida a base di calce idraulica esente da sali oppure con apposita guarnizione di tenuta. terminate le operazioni di iniezione si procederà alla rimozione degli iniettori presenti all'interno della muratura ed all'asportazione del materiale utilizzato per l'adesione dei diffusori alla muratura.

Specifiche sul liquido idrofobizzante

La tipologia dei formulati impregnanti è varia (silossano oligomero in solvente alifatico dearomatizzato, microemulsione silosillanica in solventi eteropolari idrolizzati, silano in acqua demineralizzata ecc.); le caratteristiche che accrediteranno una buona miscela idrofobizzante dovranno essere:

bassa tensione superficiale, bassa viscosità, basso peso specifico e buon potere bagnante al fine di conferire la massima facilità di penetrazione del liquido nella muratura;

bassa velocità di polimerizzazione e capacità di polimerizzazione anche in presenza di acqua per consentire un rapido funzionamento della barriera ed evitare che, nel tempo successivo all'operazione, agenti

estranei ne disperdano l'efficacia;

valore di pH nullo, assenza di componenti tossici, nessuna efflorescenza in asciugatura.

In ogni caso i formulati dovranno rispettare i requisiti richiesti dalla Raccomandazione NorMaL 20/85.

Attivazione barriera chimica mediante lenta diffusione

La tecnica sarà caratterizzata dalla lenta immissione del formulato prescelto introdotto all'interno della muratura mediante dei trasfusori, composti, generalmente, da tre elementi: un recipiente graduato (a tasca, a bicchiere ecc.) dove verrà contenuto e misurato l'impregnante, un tubo iniettore, munito di regolatore di flusso, e "gommini diffusori" (in spugna sintetica, cellulosa pressata ecc.), talvolta è lo stesso tubo iniettore a compiere anche la funzione di diffusore.

Il formulato idrofobizzante potrà essere immesso, seguendo le disposizioni di progetto, in più riprese, impregnando, in genere, murature porose in poche ore, mentre quelle più compatte, saranno saturate in poco più di 24 ore. La procedura diventerà "operante" come idrofobizzante dopo circa 24-48 ore in ambienti molto aerati mentre, in ambienti chiusi o con poca ventilazione, il tempo di completa polimerizzazione si potrà dilatare per qualche settimana (fino ad arrivare ad oltre un mese) in funzione del grado di umidità relativa e della sezione della muratura.

Superfici intonacate removibili:

Eliminazione dell'intonaco degradato

Dopo aver eseguito il trattamento sarà opportuno rimuovere le superfici intonacate fino al vivo delle murature, (almeno 30/50 cm sopra il segno lasciato dall'umidità di risalita) al fine di agevolare l'asciugatura delle pareti dopo l'intervento; il ripristino dell'intonaco potrà avvenire solo dopo aver controllato il livello di umidità e dopo che la muratura si sia asciugata (minimo due settimane). Per maggiori specifiche sull'asportazione dell'intonaco si rimanda alla procedura specifica.

- Ripristino Intonaco

Previe operazioni preliminari di pulitura ed eventuale trattamento con primer antisale si opererà il ripristino di idoneo intonaco macroporoso al fine di completare l'operazione di deumidificazione. (Per maggiori specifiche si rimanda a quanto detto riguardo alla procedura sull'applicazione di intonaco macroporoso).

Superfici intonacate non removibili

Pulitura e consolidamento Intonaco

Nel caso in cui le superfici intonacate non potranno essere asportate (per es. per la presenza di affreschi o decorazioni da tutelare) si opererà una desalinazione localizzata mediante impacchi assorbenti (carta giapponese o polpa di cellulosa ed acqua deionizzata) dopodiché si procederà con il consolidamento della superficie intonacata. (Per maggiori specifiche si rimanda a quanto detto riguardo alle procedure di consolidamento di superfici intonacate).

Avvertenze

Generalmente si rivelerà difficile verificare se il materiale trasfuso abbia realmente impregnato, in modo omogeneo e tale da renderlo idrofobo, l'intero strato orizzontale di muratura oggetto di intervento; in ogni caso sarà da tenere presente che la sola riduzione, anche elevata della sezione assorbente, non impedirà all'acqua di risalire attraverso la strozzatura. Pertanto o l'intercettazione dell'umidità da risalita capillare sarà ottenuta al 100% della sua sezione orizzontale o, nel tempo, potranno apparire di nuovo patologie legate all'umidità, anche se rallentate ed in misura inferiore.

In caso di perdite di liquido idrofobizzante sul pavimento o su altre superfici di finitura si dovrà provvedere all'immediata pulitura; sarà, pertanto, buona norma stendere della segatura od altro materiale assorbente alla base del muro su entrambi i lati della perforazione prima di iniziare la procedura operativa.

Barriera elettrosmotica attiva non invasiva

In alternativa al sistema tradizionale di barriera elettrosmotica attiva potrà esser impiegata una tecnologia elettrofisica basata sulla risonanza ad impulsi a bassa frequenza assolutamente non invasiva e totalmente reversibile (tale sistema non prevede, infatti, l'utilizzo di nessun elettrodo o barre conduttrici da fissare nelle pareti). Il sistema prevede l'installazione di una o più centraline, di dimensioni piuttosto ridotte (circa 21x18x12 cm), posizionate, preferibilmente, all'interno della fabbrica e, dove possibile, al di sopra del "fronte di risalita capillare" ossia il limite di migrazione dell'acqua (in ogni caso ad una altezza non superiore ai 250-300 cm dal pavimento); la suddetta centralina sarà alimentata da corrente a 220 V, 50-60 Hz e sarà collegata ad una semplice presa Schuko 16A.

Il sistema sopra descritto si autoregolerà in relazione all'umidità di risalita: l'emissione di un debole campo elettromagnetico (intensità campo magnetico: 0,3 V/m; induzione magnetica a 1 cm dall'apparecchio 0,8 μ T, a 15 cm 0,5 μ T a 30 cm ininfluyente), che interagisce con il campo elettromagnetico dei dipoli dell'acqua, darà vita ad una forza di tipo elettromagnetico che spingendo i dipoli dell'acqua verso il terreno garantirà l'arresto del movimento ascendente dell'acqua ed il conseguente lento asciugamento della muratura oggetto di intervento (di norma il periodo è variabile da un minimo di 6 mesi a

ad un massimo di 36 mesi). La suddetta tecnologia prevede un raggio di azione variabile da un minimo di 9 m ad un massimo di 15 m a livello sferico (ossia a 360°) dal luogo di installazione (l'effetto si estenderà anche nei riguardi delle solette e dei pavimenti).

Art. 97 Malte

Negli interventi di recupero e di restauro di murature esistenti, prima della preparazione delle malte necessarie all'esecuzione dei lavori richiesti, si dovranno analizzare quelle esistenti per cercare di ottenere degli impasti il più possibile simili a quelli delle malte utilizzate originariamente.

Il trattamento delle malte dovrà essere eseguito con macchine impastatrici e, comunque, in luoghi e modi tali da garantire la rispondenza del materiale ai requisiti fissati.

Tutti i componenti dovranno essere misurati, ad ogni impasto, a peso o volume; gli impasti dovranno essere preparati nelle quantità necessarie per l'impiego immediato e le parti eccedenti, non prontamente utilizzate, avviate a scarica.

I tipi di malta utilizzabili sono indicati nel seguente elenco:

- a) malta di calce spenta e pozzolana, formata da un volume di calce e tre volumi di pozzolana vagliata;
- b) malta di calce spenta in pasta e sabbia, formata da un volume di calce e tre volumi di sabbia;
- c) malta di calce idrata e pozzolana, formata da 2,5/3 quintali di calce per mc. di pozzolana vagliata;
- d) malta di calce idrata e sabbia, formata da 300 kg. di calce per mc. di sabbia vagliata e lavata;
- e) malta bastarda formata da mc. 0,90 di calce in pasta e di sabbia del n. B2 e 100 kg. di gesso da presa;
- f) malta per stucchi formata da mc. 0,45 di calce spenta e mc. 0,90 di polvere di marmo.

Gli impasti verranno confezionati secondo le seguenti proporzioni:

Malta comune

Calce spenta in pasta mc. 0,25-0,40

Sabbia mc. 0,85-1,00

Malta per intonaco rustico

Calce spenta in pasta mc. 0,20-0,40

Sabbia mc. 0,90-1,00

Malta per intonaco civile

Calce spenta in pasta mc. 0,35-0,45

Sabbia vagliata mc. 0,80

Malta grassa di pozzolana

Calce spenta in pasta mc. 0,22

Pozzolana grezza mc. 1,10

Malta mezzana di pozzolana

Calce spenta in pasta mc. 0,25

Pozzolana vagliata mc. 1,10

Malta fina di pozzolana

Calce spenta in pasta mc. 0,28
Pozzolana vagliata mc. 1,05
Malta idraulica
Calce idraulica q.li 1,00
Sabbia mc. 0,90
Malta bastarda
Malta (calce spenta e sabbia) mc. 1,00
Legante cementizio a presa lenta q.li 1,50
Malta cementizia
Cemento idraulico q.li 2,00
Sabbia mc. 1,00
Malta cementizia per intonaci
Legante cementizio a presa lenta q.li 6,00
Sabbia mc. 1,00
Malta per stucchi
Calce spenta in pasta mc. 0,45
Polvere di marmo mc. 0,90
Incompatibilità delle malte in genere

La posa in opera di nuovi strati di malta a contatto con degli impasti già esistenti può determinare delle condizioni di aderenza non adeguate e risolvibili con la seguente metodologia di posa in opera.

Realizzazione di tre strati di materiale con le seguenti caratteristiche:

primo strato con una quantità approssimativa di cemento di 600 kg./mc. di sabbia asciutta per legare i componenti;

secondo strato con una quantità approssimativa di cemento di 450 kg./mc. di sabbia asciutta per l'impermeabilizzazione dei materiali;

terzo strato con una quantità approssimativa di cemento di 350 kg./mc. di sabbia asciutta e calce per migliorare la resistenza agli sbalzi termici.

Per le caratteristiche specifiche dei singoli materiali da impiegare per la preparazione delle malte valgono le seguenti prescrizioni:

Calce - Pozzolane - Leganti (cementizi)

Calce aerea

La calce grassa in zolle dovrà provenire da calcari puri, essere di cottura uniforme, non bruciata né lenta all'idratazione e tale che, mescolata con l'acqua necessaria all'estinzione, divenga una pasta omogenea con residui inferiori al 5%.

La calce viva in zolle dovrà essere, al momento dell'estinzione, perfettamente anidra e conservata in luogo asciutto.

La calce grassa destinata alle murature dovrà essere spenta almeno quindici giorni prima dell'impiego, quella destinata agli intonaci almeno tre mesi prima.

La calce idrata in polvere dovrà essere confezionata in imballaggi idonei contenenti tutte le informazioni necessarie riguardanti il prodotto e conservata in luogo asciutto.

Incompatibilità della calce

Esistono varie condizioni di incompatibilità nel caso della calce che vengono indicate nella

tabella seguente e che dovranno essere tenute nella dovuta considerazione nell'impiego e durante la posa in opera dei materiali:

Pozzolana

La pozzolana sarà ricavata da strati esenti da sostanze eterogenee, sarà di grana fina, asciutta ed accuratamente vagliata, con resistenza a pressione su malta normale a 28 giorni di 2,4 N/mm². (25 Kg/cm².) e residuo insolubile non superiore al 40% ad attacco acido basico.

- Leganti idraulici

Sono considerati leganti idraulici:

- a) cementi normali e ad alta resistenza;
- b) cemento alluminoso;
- c) cementi per sbarramenti di ritenuta;
- d) agglomerati cementizi;
- e) calci idrauliche.

Le caratteristiche, le modalità di fornitura, il prelievo dei campioni, la conservazione e tutte le operazioni relative ai materiali sopracitati, dovranno essere in accordo alla normativa vigente.

I cementi pozzolanici verranno impiegati per opere in contatto con terreni gessosi, acque saline o solfatate; i cementi d'alto forno dovranno essere impiegati per pavimentazioni stradali, per opere in contatto con terreni gessosi, per manufatti dove è richiesto un basso ritiro e non dovranno, invece, essere impiegati per strutture a vista.

I cementi bianchi dovranno corrispondere alle prescrizioni della normativa indicata, avere caratteristiche di alta resistenza e verranno impiegati, mescolandoli a pigmenti colorati, per ottenere cementi colorati.

I cementi alluminosi verranno impiegati per getti subacquei, per getti a bassa temperatura e per opere a contatto con terreni ed acque chimicamente o fisicamente aggressive.

Malte Additivate

La preparazione delle malte potrà essere effettuata anche con l'impiego di additivi che contribuiscano a migliorare le caratteristiche degli impasti in relazione alle esigenze legate ai vari tipi di applicazioni.

Tutti gli additivi da usare per la preparazione delle malte (aeranti, acceleranti, fluidificanti, etc.) dovranno essere conformi alla normativa specifica ed alle prescrizioni eventualmente fissate.

Dovranno, inoltre, essere impiegati nelle quantità (inferiori al 2% del peso del legante), secondo le indicazioni delle case produttrici; potranno essere eseguite delle prove preliminari per la verifica dei vari tipi di materiali e delle relative caratteristiche.

Additivi Ritardanti

Sono quelli necessari a variare la velocità iniziale delle reazioni tra l'acqua ed il legante, aumentando il tempo necessario per passare dallo stato plastico a quello rigido senza variare le resistenze meccaniche.

Dovranno essere costituiti da miscele di vario tipo da usare secondo le prescrizioni indicate nel progetto o dal Direttore dei lavori. Non è consentito l'uso del gesso o dei suoi composti.

Additivi Acceleranti

Sono quelli che aumentano la velocità delle reazioni tra l'acqua ed il legante accelerando lo sviluppo delle resistenze.

Dovranno essere costituiti da composti di cloruro di calcio o simili in quantità varianti dallo 0,5 al 2% del peso del cemento, in accordo con le specifiche delle case produttrici, evitando quantità inferiori (che portano ad un effetto inverso) o quantità superiori (che portano ad eccessivo ritiro).

Non è consentito l'uso della soda.

Additivi Fluidificanti

Riducono le forze di attrazione tra le particelle del legante, aumentano la fluidità degli impasti e comportano una riduzione delle quantità d'acqua nell'ordine del 10%.

Dovranno essere di uso obbligatorio per il calcestruzzo pompato, per getti in casseforme strette o in presenza di forte densità di armatura.

Additivi Coloranti

I coloranti utilizzati per il calcestruzzo sono generalmente costituiti da ossidi e dovranno avere requisiti di resistenza agli alcali, alla luce, capacità colorante, mancanza di sali solubili in acqua; sono impiegati, generalmente, i seguenti:

giallo: ossido di ferro giallo, giallo cadmio, etc.;

rosso: ossido di ferro rosso, ocra rossa;

bleu: manganese azzurro, cobalto azzurro, etc.;

grigio: ossido di cromo grigio, idrossido di cromo, etc.;

marrone: terra di siena, ossido marrone;

nero: ossido di ferro nero;

bianco: calcare, ossido di titanio.

Additivi Aeranti

Sono caratterizzati da soluzioni alcaline di sostanze tensioattive (in quantità di 40-60 ml. per ogni 100 kg. di cemento) necessari a migliorare la lavorabilità generando delle occlusioni d'aria che non dovranno, comunque, superare il 4-6% del volume del calcestruzzo per non alterare la resistenza meccanica dell'impasto indurito.

Riduttori di acqua

Sono composti da lattici in dispersione d'acqua caratterizzati da particelle di copolimeri di stirolo-butadiene che hanno come effetto quello di ridurre la quantità d'acqua necessaria per gli impasti migliorando così le caratteristiche finali delle malte.

Dovranno essere applicati nei dosaggi di 6-12 litri di lattice per ogni 50 kg. di cemento e le parti trattate dovranno essere protette dalla disidratazione rapida tramite una stagionatura in ambiente umido e comunque, mantenendo un alto livello di protezione delle parti esposte (con teli o protezioni plastiche) e un tasso di umidità elevato (frequenti bagnature) per almeno tre giorni dopo la posa in opera.

Art. 98 Impermeabilizzazioni

Generalità

Le seguenti strutture o parti di esse saranno sempre sottoposte, salvo diverse prescrizioni, a trattamento impermeabilizzante:

a) le falde di tetto continue;

- b) solai di terrazzi praticabili e non praticabili;
- c) mensole di balconi ed aggetti;
- d) soglie esterne, davanzali e parapetti;
- e) solai di locali adibiti a lavatoi, cabine idriche e locali dove siano collocate prese d'acqua con scarico libero;
- f) massetti di piani terra o cantinati realizzati su vespai;
- g) tutti i raccordi verticali dei punti precedenti;
- h) pareti verticali esterne di murature interrato.

Le membrane di copertura degli edifici dovranno essere considerate in relazione allo strato funzionale che dovranno costituire (norma UNI 8178):

- strato di tenuta all'acqua;
- strato di tenuta all'aria;
- strato di schermo e/o barriera al vapore;
- strato di protezione degli strati sottostanti.

Il piano di posa dei manti impermeabilizzanti su opere murarie dovrà avere, comunque, pendenze non inferiori al 2%, essere privo di asperità e con una superficie perfettamente liscia (a frattazzo o simili), livellata, stagionata e con giunti elastici di dilatazione; lo spessore minimo non dovrà mai essere inferiore ai 4 cm.

I materiali impiegati e la messa in opera dovranno presentare i requisiti richiesti, essere integri, senza borse, fessurazioni o scorrimenti e totalmente compatibili con il sistema adottato al fine di garantire, in ogni caso, l'assenza di qualsiasi infiltrazione d'acqua.

Nella realizzazione e messa in opera dei sistemi di impermeabilizzazione si dovrà adottare uno dei seguenti tipi di posa:

- a) il sistema in indipendenza dovrà essere eseguito con la posa a secco della membrana impermeabile senza alcun collegamento al supporto; in questo caso lo strato impermeabile dovrà essere completato da una copertura (ghiaia o pavimentazione) pesante, dovranno essere previsti, inoltre, idonei strati di scorrimento;
- b) il sistema in semindipendenza verrà realizzato, in assenza di ghiaia o pavimentazioni di copertura, fissando lo strato impermeabile al supporto nei punti perimetrali e di particolare sollecitazione meccanica; la superficie totale dei punti di ancoraggio non dovrà essere superiore al 35% della superficie impermeabilizzante (in zone fortemente ventose tale valore verrà elevato al 56-60%);
- c) il sistema in aderenza sarà usato in situazioni di vento forte, falde di copertura a forte pendenza, in prossimità di bocchettoni, muretti, cornicioni, etc. e sarà realizzato mediante il fissaggio totale dello strato impermeabile al supporto sottostante.

Nel caso di utilizzo di membrane prefabbricate, nei vari materiali, si dovrà procedere al montaggio rispettando le seguenti prescrizioni:

pulizia del sottofondo da tutte le asperità, residui di lavorazioni, scaglie di qualunque tipo e salti di quota; nel caso di sola impermeabilizzazione su solai costituiti da elementi prefabbricati, tutte le zone di accostamento tra i manufatti dovranno essere ricoperte con strisce di velo di vetro posate a secco;

posa in opera a secco di un feltro di fibre di vetro da 100 gr./mq. (barriera al vapore) per ulteriore protezione della parte di contatto della guaina con il sottofondo;

posizionamento delle guaine (uno o due strati) con sovrapposizione delle lamine contigue di almeno 70 mm. ed esecuzione di una saldatura per fusione con fiamma e successiva suggellatura con ferro caldo (oppure incollate con spalmatura di bitume ossidato a caldo);

posa in opera di uno strato di cartone catramato (strato di scorrimento) da 120 gr./mq. sopra la guaina finale per consentire la dilatazione termica del manto impermeabile indipendentemente dalla pavimentazione superiore.

Strati impermeabilizzanti

Barriera al vapore

La barriera al vapore, nel caso di locali con umidità relativa dell'80% alla temperatura di 20°C, sarà costituita da una membrana bituminosa del peso di 2 Kg./mq. armata con una lamina di alluminio da 6/100 di mm. di spessore posata su uno strato di diffusione al vapore costituito da una membrana bituminosa armata con velo di vetro e munita di fori; questa membrana verrà posata in opera mediante una spalmatura di bitume ossidato (2 Kg./mq.) applicato a caldo previo trattamento dell'elemento portante con primer bituminoso in solvente.

Nel caso di locali con umidità relativa entro i valori normali, la barriera al vapore sarà costituita da una membrana impermeabile, a base di bitume distillato o polimeri, con armatura in velo di vetro del peso di 3 Kg./mq. posata a fiamma sull'elemento portante previamente trattato con primer bituminoso a solvente e con sormonta dei teli di almeno 5 cm. saldati a fiamma.

Gli eventuali elementi isolanti posti sopra la barriera al vapore dovranno sempre essere (salvo nella soluzione del tetto rovescio) totalmente incollati.

Le membrane destinate a formare strati di schermo o barriera al vapore dovranno rispondere alla norma UNI 9380-1-2.

Barriera al vapore per alto tasso di umidità (80% a 20°C.)

Membrana bituminosa del peso di 2 Kg/mq. armata con una lamina di alluminio goffrato da 6/100 di mm. di spessore, posata su uno strato di diffusione al vapore costituito, a sua volta, da una membrana bituminosa armata con velo di vetro e con fori di 2 cm. di diametro nella quantità di 115/mq. ca. (la posa in opera della membrana sarà eseguita con bitume ossidato spalmato a caldo previo trattamento del supporto con primer bituminoso in solvente).

Barriera al vapore per tasso di umidità medio-basso (50-60% a 20°C)

Membrana impermeabile, a base di bitume distillato o polimeri, con armatura in velo di vetro, del peso di 3 Kg/mq. posata a fiamma sull'elemento portante previamente trattato con primer bituminoso a solvente.

Strato di scorrimento

Verrà posto tra gli strati impermeabilizzanti ed il relativo supporto e dovrà avere caratteristiche di imputrescibilità, rigidità, basso coefficiente di attrito, buona resistenza meccanica; sarà costituito da un feltro di vetro da 50 g/mq. trattato con resine termoindurenti oppure da cartonfeltro bitumato cilindrato da 300 g/mq.

Lo strato di scorrimento dovrà essere posato a secco come pure la prima membrana ad esso sovrastante che dovrà essere saldata solo nelle zone di sormonta dei teli.

Lo strato di scorrimento non dovrà essere posato in prossimità dei contorni, dei volumi tecnici della copertura, dei bocchettoni, dei caminetti di ventilazione, delle gronde e dei giunti di dilatazione, fermandosi a 20- 30 cm. da tali elementi.

Saranno costituite da fogli impermeabilizzanti in PVC rinforzato e simili con o senza rinforzi (in tessuto di vetro o sintetico) posati secondo i sistemi in indipendenza, in semindipendenza o in aderenza e secondo le prescrizioni già indicate o le relative specifiche fornite dal progetto, dalle case produttrici e dal *Direttore dei lavori*.

Le membrane da utilizzare per strati di impermeabilizzazione dovranno essere conformi alle relative parti della norma UNI 8898-1-7.

Si dovranno, comunque, eseguire risvolti di almeno 20 cm. di altezza lungo tutte le pareti verticali di raccordo, adiacenti ai piani di posa, costituite da parapetti, volumi tecnici, locali di servizio, impianti, etc.

a) Cartongfeltro bitumato

Sarà costituito da carta feltro impregnata a saturazione di bitume ottenuta con un doppio bagno e, in aggiunta, uno strato finale in fibre minerali.

Le caratteristiche dei diversi tipi di cartongfeltro dovranno essere conformi alle norme vigenti per tali materiali.

I manti bituminosi con supporti in fibra di vetro dovranno essere stabili chimicamente e fisicamente, resistenti alla trazione, imputrescibili, etc.; le caratteristiche delle miscele bituminose e dei supporti o armature di protezione in fibre di vetro saranno conformi alla normativa vigente od alle specifiche prescrizioni relative alle varie condizioni d'uso.

b) Guaine in resine

Saranno prodotte per vulcanizzazione di vari tipi di polimeri e additivi plastificati, dovranno essere resistenti al cemento, al bitume ed alle calce, agli agenti atmosferici, ai raggi ultravioletti; avranno spessori variabili da 0,75 a 2 mm. e caratteristiche meccaniche adeguate.

c) Guaina per coperture non zavorrate

Sarà costituita da un foglio impermeabilizzante in PVC (cloruro di polivinile) con rinforzo in tessuto di poliestere, avrà uno spessore totale di 1,2/1,5 mm. e verrà usata come strato esposto del manto impermeabilizzante a strati non incollati, con fissaggio meccanico e senza zavorramento.

Dovrà avere caratteristiche di resistenza agli agenti atmosferici, ai raggi UV, al calore radiante ed avere stabilità dimensionale.

Il materiale sarà trasportato e posto in opera secondo le indicazioni della casa produttrice.

d) Guaina per coperture zavorrate

Sarà costituita da un foglio impermeabilizzante in PVC plastificato (cloruro di polivinile) con rinforzo in velovetro e tessuto di vetro per lo spessore totale di 1/1,2 mm. e verrà usata come ultimo strato esposto del manto impermeabilizzante a strati non incollati e con zavorramento.

Dovrà avere caratteristiche di resistenza agli agenti atmosferici, ai raggi UV, alle radici, al calore radiante ed avere stabilità dimensionale.

Operazioni di impermeabilizzazione ed isolamento coperture

1. Copertura ventilata

L'intervento, adottabile purché non comporti sensibili alterazione delle quote originarie, si pone lo scopo di fornire un adeguata impermeabilizzazione e isolamento ai coperti in legno. Le casistiche sono molteplici in ogni caso si dovrà mettere in opera un sistema d'impermeabilizzazione ed isolamento atto a realizzare un tetto ventilato. Una copertura si può definire ventilata (superficie di aerazione almeno 1/5 della superficie totale del manto) quando il manto di copertura si distacca dallo strato isolante, creando un'intercapedine che permetta una costante circolazione d'aria dalla gronda fino alla linea di colmo (allo stesso tempo si devono evitare correnti trasversali). I vantaggi di una costante ventilazione sono molteplici:

riduzione della trasmissione di calore all'interno del sottotetto;

omogeneità della temperatura dell'aria tra la faccia inferiore e quella superiore del coppo, con conseguente riduzione di shock termici, a favore del degrado dei coppi;

eliminazione di eventuale umidità tra il coppo e l'impermeabilizzazione, con il vantaggio di avere il pacchetto tetto asciutto;

eliminazione della formazione di condensa che favorisce l'insorgenza di muffe e la conseguente riduzione della vita dei coppi;

miglioramento dell'isolamento termico in quanto evita che il materassino isolante si inumidisca.

La camera d'aria potrà essere ricavata con diverse soluzioni tecniche anche se la casistica può essere semplificata in due gruppi:

a) intercapedine con pannelli,

b) intercapedine con lastre ondulate o regoli.

Manto di copertura su pannelli

L'intervento potrà essere adottato per tutti i manti di copertura (coppi e canali, embrici e coppi, tegole marsigliesi, lastre di ardesia, tegole canadesi ecc.) grazie alla messa in opera di particolari pannelli modulari, (leggeri, robusti e facili da posare) composti da una lastra termoisolante (costituita a seconda delle esigenze da polistirene estruso, polistirene espanso sintetizzato o sughero termopressato) di densità variabile dai 25 kg/m³ ai 35 kg/m³ per le lastre di polistirene, fino a 200 kg/m³ per quelle in sughero, conducibilità termica (λ) W/mK 0,033- 0,036, munita di distanziatori troncoconici o parallelepipedi del medesimo materiale e battentatura sui quattro lati.

Gli spessori della lastra e dei relativi distanziatori potranno variare secondo le esigenze di progetto (spessore lastra minimo 40 mm massimo 80 mm; distanziatore minimo 40 mm massimo 60 mm). Il pannello sarà completato con una lastra di OSB (Oriented Strand Board) idroresistente (spessore 10 mm) solidamente assemblata ai distanziatori al fine di formare un supporto piano (una sorta di assito facilmente pedonabile) comodo ed affidabile per la successiva messa in opera di qualsiasi manto di copertura. Il piano in multistrato, trattato con prodotti anti-muffa e anti-parassiti, permetterà la diretta posa in opera del manto di copertura; in ogni caso, se non vietato da prescrizioni di progetto o indicazioni del Direttore dei lavori, sarà opportuno impermeabilizzare il piano attraverso guaine bituminose ardesiate saldate a caldo, oppure con membrane permeabili al vapore posate a secco.

La circolazione d'aria sarà garantita in gronda dalla posa in opera di laterizi forati schermati

da pettine parapassero in pvc di altezza adeguata ($h = 95-125$ mm) o, più semplicemente da rete, a maglia stretta, di ottone od altro materiale idoneo; sulla linea di colmo si garantirà la fuoriuscita d'aria posando apposite bocchette in plastica (di sagoma variabile a seconda del tipo di manto montato) ovvero posando un laterizio forato tagliato a dimensione opportuna e fissato con malta. In alternativa potrà essere messo in opera un listone ligneo, distanziato e fissato al pannello (o alla sottostante caldana in cls) con idonee staffe metalliche zincate. Sul listone, protetto da una grembialina impermeabile e traspirante (larghezza media 300-400 mm), verranno fissati i ganci fermacolmo, e, successivamente, le tegole di colmo. Al fine di evitare correnti trasversali i pannelli dovranno essere tamponanti sui lati dove non sarà prevista la ventilazione; la tamponatura potrà essere eseguita con gli stessi elementi forati utilizzati sulla linea di gronda, posti in opera sul lato pieno o con analoghi sistemi di tamponatura riportati dalle disposizioni di progetto o indicazioni del *Direttore dei lavori*. I pannelli si potranno posare direttamente sulla caldana in cls o sull'assito in legno o cotto, saranno ancorati con punti di incollaggio, viti autofilettanti o chiodi da carpentiere solo in caso di pendenza superiore al 30%: in presenza di queste pendenze si renderà necessario agganciare gli elementi di copertura con appositi ganci fermacoppo sagomati ad "S" di acciaio inossidabile o zincati a sezione piatta o circolare (è, comunque, buona norma utilizzare sempre i ganci fermacoppo). La posa in opera partirà dalla linea di gronda per poi risalire fino al colmo; i pannelli dovranno essere accostati fra loro avendo cura di garantire la continuità dello strato isolante

specie negli eventuali tagli a misura (displuvi, compluvi, colmi), tagli che potranno essere eseguiti facilmente con normali attrezzi da cantiere.

In presenza di tetti a padiglione le falde di testa dovranno essere provviste, nella parte sommitale, di dispositivi aeratori di copertura. La procedura prevedrà la foratura del piano in OSB mediante una fresa a tasca di diametro di circa 100 mm al fine di inserirvi una curva in pvc o, preferibilmente in cotto, del medesimo diametro. Questa bocchetta dovrà essere sigillata ovvero, protetta mediante appositi faldali di raccordo al manto impermeabilizzante e dovrà altresì essere dotata di rete in ottone parapassero e/o insetti. La posa in opera del manto di copertura avverrà in maniera tradizionale, la prima fila di coppi sulla linea di gronda potrà essere tranquillamente tamponata con malta di calce, in quanto la ventilazione sarà garantita dal sottostante elemento di battuta (laterizio forato).

Manto di copertura su lastre ondulate o regoli

L'intervento simile a quello descritto nell'articolo precedente si differenzia per alcuni elementi: il pannello isolante, della medesima natura di quello precedente (spessore medio 40-60 mm), non sarà munito di distanziatori ma soltanto di battenti sui quattro lati.

La ventilazione sarà garantita dalla posa in opera di idonee lastre sottocoppo costituite da un monostrato di fibre organiche bitumate (spessore variabile da 2 a 2,6 mm) opportunamente ondulate, secondo le indicazioni di progetto, così da agevolare il perfetto alloggiamento degli elementi di copertura (coppi, embrici, tegole marsigliesi). La posa di queste lastre su assito di legno o caldana in cls avverrà per file parallele, partendo dall'angolo inferiore della copertura, opposto ai venti dominanti, salendo via

via verso il colmo; le sporgenze in gronda non dovranno superare i 2-4 cm. La prima lastra sarà posizionata a battuta di una griglia parapasseri in lamiera 20/10 preverniciata, precedentemente chiodata (in ragione di 4-5 fissaggi a ml) al listello di controseggiola (sulla linea di gronda) con una sporgenza all'interno del canale di gronda di circa 2 cm (al fine di permettere la percolazione dell'acqua); in alternativa si potranno utilizzare appositi pettini in pvc. L'ancoraggio delle lastre avverrà attraverso un adeguato fissaggio meccanico (sempre sul vertice dell'onda) con chiodi in acciaio inossidabile (1 3 mm lunghezza 60-120 mm) muniti di guarnizione in polietilene; il numero e la disposizione dei chiodi, variabile a seconda della ventosità della zona, sarà dettata da specifiche del *Direttore dei lavori*, di norma i fissaggi saranno posizionati in due file parallele al senso della sovramonta trasversale (non inferiore ai 10-15 cm) in sommità ad ognuno dei lati delle lastre; la terza fila verrà posizionata al centro di ogni lastra (per una lastra di 200x100 cm occorreranno, in media, dai 5 ai 10 chiodi al metro quadrato a seconda delle condizioni climatiche). La sovrapposizione laterale delle lastre sarà di un'onda.

La ventilazione sul colmo verrà garantita da apposite bocchette di ventilazione posizionate tra i coppi o attraverso la messa in opera di dispositivi per la sopraelevazione degli elementi di colmo (listello di legno) così come descritto nell'articolo precedente.

La messa in opera del manto di copertura potrà avvenire tramite l'ausilio di appositi ganci fermacoppo, in acciaio inossidabile, sagomati ad "S" da posizionare sulla griglia in gronda (lunghezza 50 mm), con il fine di impedire in maniera semplice e sicura lo scivolamento dei coppi e dei canali e lungo la falda (lunghezza circa 90- 105 mm), per permettere una sovrapposizione costante dei manufatti; in caso di elevate pendenze o prescrizione di progetto si potrà ancorare una fila di coppi ogni 5-6 tramite un gancio rompitratta di lunghezza superiore ai 300 mm.

In alternativa alla lastra ondulata, per posizionare in maniera tecnicamente corretta le tegole si potrà utilizzare un'orditura minuta supplementare (da montare sopra il pannello isolante munito di apposite guide) costituita da correnti e listelli in legno (dim. circa 50x25-30 mm) orditi nei due sensi e sovrapposti (preventivamente trattati con prodotti insetticida e fungicida) o, più semplicemente, da dei profilati sagomati ad omega (Ω) in metallo zincato e traforati al fine di far circolare l'aria. Entrambi i dispositivi dovranno essere distanziati in funzione della tegola o del coppo che andrà montato (distanza variabile dai 24 ai 33 cm). Il primo listello in gronda, al fine di effettuare una corretta messa in opera delle tegole, dovrà essere, ovviamente, maggiorato in altezza.

I pannelli isolanti utilizzati, generalmente, per quest'ultima procedura saranno realizzati in schiuma rigida di poliuretano espanso a cellule chiuse, ricoperti da un involucro impermeabilizzante in fibra minerale ovvero da una lamina di alluminio goffrato, lo spessore varierà da un minimo di 50 mm, ad un massimo di 85 mm, densità 35 kg/m³, conducibilità termica (λ) W/mk 0,026-0,030. I pannelli saranno battentati sui quattro lati al fine di agevolare la messa in opera; eventuali raccordi in punti particolari (compluvi, displuvi) si eseguiranno tramite iniezioni di schiuma poliuretanica; sarà, comunque, consigliabile sigillare tutte le giunture dei pannelli con apposite bande autoadesive a freddo in alluminio bitumato.

2. Impermeabilizzazione terrazze a tasca

- La procedura sarà rivolta a quei manufatti che necessiteranno di operazioni di impermeabilizzazione al fine di ripristinare la tenuta all'acqua ed eliminare le eventuali infiltrazioni ai vani sottostanti.
- La procedura prevedrà lo smontaggio della pavimentazione (si veda articolo specifico) compreso l'eventuale zoccolino battiscopa, la sottostante malta d'allettamento e l'eventuale massetto di pendenza (saranno categoricamente da evitare smontaggi e demolizioni di solette collaboranti). Successivamente previa asportazione di parti friabili, polvere e qualsiasi sostanza estranea dalla superficie della soletta, la procedura prevedrà la regolarizzazione delle irregolarità e la eventuale correzione delle pendenze (che non dovranno essere inferiori al 2%) mediante la posa in opera di un massetto (minimo 3 cm) in conglomerato dosato a 2,5 q di calce idraulica naturale NHL 5 e sabbia grossa (granulometria: 2 parti 1,5-5 mm + 1 parte 0,5-1,2 mm) o aggregati alleggeriti tipo argilla espansa o vermiculite (granulometria 1-5 mm); il massetto dovrà essere tirato a regolo, battuto e spianato seguendo i livelli stabiliti dagli elaborati di progetto; dovrà, inoltre, essere lasciato stagionare per il tempo necessario (almeno 3 giorni) e le eventuali lesioni che si manifestassero andranno riempite con boiacca di calce idraulica.
- Su questo piano si procederà alla messa in opera dell'impermeabilizzazione utilizzando se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto, una guaina liquida elastomero bituminosa all'acqua (prodotto a consistenza liquida a base di bitumi con elastomeri e filler in dispersione acquosa, allungamento a rottura ca. 1000%, resistenza alte temperature >150 °C, flessibilità a freddo -10 °C, resistenza a trazione long. 16 N/cm² e trasv. 20 N/cm², tempo di essiccazione superficiale ca. 1 h) stesa a pennello o a rullo in due mani, a distanza di 24 ore una dall'altra, (diluita con il 5% di acqua per un consumo di circa 1 kg al metro quadrato) in uno spessore massimo di 1 mm per ogni mano. I piani orizzontali dovranno essere raccordati con quelli verticali (così da ottenere una perfetta tenuta impermeabile del sistema) tramite l'utilizzo d'appositi faldali o gusci (ad es. nastro di poliestere gommato fermato ed in seguito verniciato con la medesima guaina liquida) al fine di evitare infiltrazioni di acque meteoriche.
- Ad impermeabilizzazione perfettamente secca s'incollerà (mediante la stessa resina bituminosa) un foglio di tessuto non tessuto in poliestere imputrescibile da 170 g/m² (caratteristiche minime: punto di rammollimento >150 °C, peso ca. 1,2 kg/m², flessibilità a freddo -10 °C, stabilità di forma a caldo >120 °C, carico di rottura a trazione long. 800 N/5 cm, trasv. 370 N/5 cm, allungamento a rottura long. 30%, trasv. 50%) allo scopo sia di proteggere il manto impermeabile sia per assolvere il compito di supporto poroso per la successiva adesione del collante (o d'altro impasto indicato dal Direttore dei lavori) delle nuove piastrelle di rivestimento. La procedura terminerà con la posa in opera del pavimento precedentemente smontato ovvero con elementi nuovi, se quelli originali non potranno essere recuperati, indicati negli elaborati di progetto; particolare cura dovrà essere eseguita nella sigillatura delle fughe (di norma non dovranno superare i 3 mm) con impasto indicato dagli elaborati di progetto, in alternativa si potrà utilizzare una boiacca liquida a base di cemento bianco (eventualmente pigmentato con ossidi colorati massimo 10%) con l'eventuale aggiunta di lattice acrilico al fine di conferire un minimo d'elasticità alla boiacca.

- Avvertenze

Durante la procedura (in special modo dopo l'asportazione del massetto di pendenza o dopo la prima mano d'impermeabilizzante) sarà sempre necessario (anche in estate) predisporre idonee protezioni temporanee della zona d'intervento al fine di evitare eventuali infiltrazioni d'acqua (nei vani sottostanti) causate da precipitazioni piovose.

3. Impermeabilizzazione corticale di copertura piana

La procedura sarà rivolta a quelle coperture che necessiteranno di operazioni di impermeabilizzazione corticale, così da ripristinare la tenuta all'acqua ed eliminare le eventuali infiltrazioni ai vani sottostanti, la

procedura operativa seguirà quella descritta per l'impermeabilizzazione delle terrazze ad eccezione di alcuni passaggi.

- Preparazione del piano di posa

Rimozione della vecchia guaina (per vecchia s'intende che abbia perso gli oli plastificanti), e di eventuali depositi superficiali, successivo ciclo di pulitura con acqua in pressione della superficie da trattare allo scopo di rimuovere sporco, polvere e qualsiasi altra sostanza estranea (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto nell'articolo sulla pulitura mediante macchina idropulitrice).

Impermeabilizzazione

Previa posa in opera di eventuale profilo prefabbricato di arrotondamento dello spigolo fra piano orizzontale e verticale o esecuzione di un guscio di malta con le medesime funzioni, si procederà a stendere su tutte le superfici da impermeabilizzare una mano di primer a base di bitume ossidato e solventi in ragione di circa 300 g/m², applicato a pennello, rullo o a spruzzo. Successivamente si applicherà lo strato di impermeabilizzazione, costituito, secondo gli elaborati di progetto, da una membrana bitume-polimero elastoplastomerica dello spessore minimo di 4 mm, armata con tessuto-non-tessuto di poliestere da filo continuo, caratteristiche medie: flessibilità a freddo di -15 °C, carico a rottura long. 970 N/5 cm e trasv. 690 N/5 cm, allungamento a rottura long. 45% e trasv. 48%. L'applicazione dei teli sarà effettuata in totale aderenza per sfiammatura con cannello a gas propano, a cavallo delle giunzioni dell'isolante termico, con sovrapposizioni minime laterali di 10 cm e di testa di circa 15 cm, saldate a fiamma; inoltre, la membrana dovrà anche essere risvoltata sugli eventuali piani verticali (ad es. muretti di colmo, parapetti ecc.) per almeno 10 cm oltre il livello della finitura prevista e dovrà essere incollata a fiamma.

Lo strato di protezione sarà costituito (se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto) da una seconda membrana bitume-polimero elastoplastomerica dello spessore di 4 mm, armata con tessuto non tessuto di poliestere da filo continuo e rivestita con scagliette d'ardesia (di colore variabile secondo le disposizioni di progetto), avente una flessibilità a freddo di -15 °C, carico a rottura long. 930 N/5 cm e trasv. 720 N/5 cm, allungamento a rottura long. 45% e trasv. 50%. Anche questa membrana sarà applicata a fiamma in totale aderenza sullo strato sottostante, ma a teli sfalsati di 50 cm rispetto a questo; le sovrapposizioni lungo l'apposita banda di sormonto saranno saldate a fiamma. La membrana ardesiata dovrà, infine, essere risvoltata sugli eventuali piani verticali per almeno 20 cm oltre il livello previsto per le acque e dovrà essere incollata a fiamma.

Le eventuali testate di muretti di colmo, parapetti, cornicioni ed aggetti dovranno essere protette da idonea scossalina sommitale in lamiera zincata (spessore 8/10) e verniciata nel colore scelto dal Direttore dei lavori, (in alternativa, specialmente in ambiente marino dove sarà consigliabile evitare lamierini zincati, si potranno utilizzare altri materiali metallici facilmente lavorabili come il rame e il piombo) ancorata alla struttura e successivamente ripiegata seguendo il profilo da ricoprire. La lamiera sagomata dovrà presentare risvolti a gocciolatoio e dovrà essere fissata alla muratura con perni e grappe in ottone da inghisare nella muratura tramite idonei sigillanti elastomerici.

Nel caso l'elemento da proteggere sia di notevoli dimensioni, ovvero presenti una curvatura complessa sarà opportuno eseguire dei tagli al fine di far seguire l'andamento dell'elemento alla protezione; le vari parti dovranno, comunque, essere sovrapposte e fissate con l'aiuto di graffette.

Art. 99 Massetti - Vespai

Massetti

Il piano destinato alla posa di pavimenti od alla realizzazione di superfici finite in cls. dovrà essere costituito da un sottofondo opportunamente preparato e da un massetto in calcestruzzo cementizio dosato con non meno di 300 kg. di cemento per mc. con inerti normali o alleggeriti di spessore complessivo non inferiore a cm. 3.

Tale massetto dovrà essere gettato in opera con la predisposizione di sponde e riferimenti di quota e dovrà avere un tempo di stagionatura di ca. 10 giorni prima della messa in opera delle eventuali pavimentazioni sovrastanti.

Durante la realizzazione del massetto dovrà essere evitata la formazione di lesioni con l'uso di additivi antiritiro o con la predisposizione di giunti longitudinali e trasversali nel caso di superfici estese.

Nel seguente elenco vengono riportati una serie di massetti con caratteristiche idonee ai diversi tipi di utilizzazione:

- massetto isolante in conglomerato cementizio, dovrà essere confezionato con cemento tipo "325" e materiali minerali coibenti da porre in opera su sottofondazioni, rinfianchi, solai e solette, con adeguata costipazione del conglomerato e formazione di pendenze omogenee ed uno spessore finale medio di mm. 50;
- massetto per sottofondi di pavimentazioni sottili (linoleum, gomma, piastrelle, resilienti, etc.) dello spessore non inferiore a mm. 35 realizzato con calcestruzzo dosato a 350 kg. di cemento "325" per metro cubo di impasto completo di livellazione, vibrazione, raccordi e formazione di giunti dove necessario;
- massetto per esterni in cls conforme alle norme UNI 9065, autobloccanti, da porre in opera su uno strato idoneo di sabbia o ghiaia, compresa la costipazione con piastra vibrante e sigillatura con sabbia fina, con caratteristiche del massetto di resistenza media alla compressione non inferiore a 50 N/mm². (circa 500 kgf/cm²), resistenza media a flessione-taglio non inferiore a 6,5 N/mm². (circa 60 kgf/cm²), resistenza all'usura non inferiore a 2,4 mm. dopo 500 m. di percorso, con spessore finale di 40-60-80 mm. e con superficie antigeliva secondo le norme UNI 7087.

Vespai

I vespai saranno eseguiti su una superficie opportunamente spianata e compattata, anche con materiale aggiunto, per impedire cedimenti di sorta; dovranno essere costituiti da spezzoni di pietrame o tufo, collocati a mano e dotati di cunicoli di ventilazione costituiti da pietrame disposto in modo adeguato oppure da tubazioni a superficie forata corrispondenti ad aperture perimetrali per l'effettiva areazione.

Dopo la ricopertura dei canali o tubi di ventilazione con pietrame di forma piatta si dovrà ottenere un piano costante e privo di vuoti eccessivi con la disposizione di pietre a contrasto sulle quali disporre uno strato di ghiaia a granulometria più fine da portare alla quota prescritta.

È fatto espresso divieto di utilizzare vespai al di sotto dei locali destinati ad abitazione che dovranno essere costituiti da solai appoggiati su travi di bordo con un vuoto d'aria di almeno cm. 50 di altezza.

vespaio con scheggioni di cava sistemati a mano; dovrà essere realizzato con scheggioni di cava scelti dal materiale disponibile e dovrà comprendere la predisposizione di cunicoli di ventilazione con aperture perimetrali per consentire tale funzione;

vespaio costituito da una struttura con tavellonato appoggiato su muretti di mattoni pieni ad una testa, di un'altezza media di ca. 50 cm., posti ad un interasse di cm. 90 nel quale sarà inserito un massetto cementizio dello spessore complessivo di cm. 4 ed un manto impermeabile, da applicare sui muretti verticali, costituito da una membrana da 3 kg./mq..

Art. 100 Pavimentazioni

Tutti i materiali per pavimentazioni quali mattonelle, lastre, etc. dovranno possedere le caratteristiche riportate dalla normativa vigente.

La resistenza all'urto dovrà essere, per le mattonelle comuni, non inferiore a 1.96 N/m. (0,20 Kg/m.) e la resistenza a flessione non inferiore a 2,9 N/mmq. (30 Kg./cmq.); per il coefficiente di usura saranno considerati valori diversi che oscillano dai 4 mm., per le mattonelle in gres, ai 12 mm. delle mattonelle in cemento o asfalto.

Tutti i pavimenti dovranno risultare di colorazioni ed aspetto complessivo uniformi secondo le qualità prescritte dalle società produttrici ed esenti da imperfezioni di fabbricazione o montaggio.

Sarà onere dell'*Appaltatore* provvedere alla spianatura, levigatura, pulizia e completa esecuzione di tutte le fasi di posa in opera delle superfici da trattare.

Le pavimentazioni dovranno addentrarsi per 15 mm. entro l'intonaco delle pareti che sarà tirato verticalmente fino al pavimento stesso, evitando ogni raccordo o guscio.

L'orizzontalità delle superfici dovrà essere particolarmente curata evitando ondulazioni superiori all'uno per mille.

Il piano destinato alla posa dei pavimenti sarà spianato mediante un sottofondo costituito, salvo altre prescrizioni, da un massetto di calcestruzzo di spessore non inferiore ai 4 cm. con stagionatura (minimo una settimana) e giunti idonei.

Deve essere, inoltre, impedita dall'*Appaltatore* la praticabilità dei pavimenti appena posati (per un periodo di 10 giorni per quelli posti in opera su malta e non meno di 72 ore per quelli incollati con adesivi), gli eventuali danneggiamenti per il mancato rispetto delle

attenzioni richieste saranno prontamente riparati a cura e spese dell'*Appaltatore*. Dovrà essere particolarmente curata la realizzazione di giunti, sia nel massetto di sottofondo che sulle superfici pavimentate, che saranno predisposti secondo le indicazioni delle case costruttrici o del *Direttore dei lavori*.

Pavimentazioni interne

Nell'esecuzione di pavimentazioni interne dovranno essere osservate una serie di prescrizioni, oltre a quelle generali già indicate, che potranno variare in base al tipo di materiale prescelto e che, indicativamente, sono riportate nel seguente elenco:

pavimento di marmette di cemento e graniglia di marmo delle dimensioni di cm. 20x20 o cm. 25x25 da posare su un letto di malta (sabbia e cemento) con giunti connessi stilati con cemento puro, tagli e raccordi con elementi verticali, arrotatura e levigatura delle superfici compresa la pulizia finale;

pavimento in lastre di marmo da taglio della qualità prescelta nelle campionature in elementi di forma quadrata o rettangolare con spessore non inferiore a mm. 20 da porre in opera su un letto di malta fine e giunti diconnessione stuccati con cemento bianco (o di altra colorazione), con esecuzione di tagli, raccordi, arrotatura, levigatura e pulizia finale;

pavimento in piastrelle di ceramica pressate a secco completamente vetrificate (gres porcellanato) oppure pressate a secco smaltate (monocottura), realizzato con piastrelle di caratteristiche dimensionali costanti e requisiti di linearità ed ortogonalità degli spigoli, resistenza all'abrasione, al gelo ed ai prodotti chimici, dilatazione termica conforme alla normativa vigente in materia, posato su letto di malta cementizia e boiaccia di cemento "325", giunti stuccati in cemento bianco o colorato, completo di battiscopa, pulitura anche con acido e protezione finale con segatura. Le piastrelle di ceramica per pavimentazioni dovranno essere conformi al metodo di classificazione basato sulla formatura e sull'assorbimento d'acqua secondo le norme UNI EN 87, UNI EN 98, e UNI EN 99;

pavimento in gomma di tipo industriale dello spessore di mm. 10 a superficie in rilievo rigata e a bolli, di colore nero, da porre in opera in lastre di mt. 1,00 x 1,00 dotate di superficie inferiore di tipo reticolare per facilitare l'applicazione della boiaccia di cemento che dovrà essere applicata previa bagnatura e rasatura del piano di posa con colla di cemento, tagli eseguiti in modo rettilineo e pulitura finale delle superfici trattate;

pavimenti in quadrotti lamellari in legno di rovere, castagno, frassino, etc. lavorati secondo le specifiche vigenti da porre in opera mediante collaggio su un sottofondo di malta cementizia listata, dosata a 300 kg. di cemento, da lamare, levigare, stuccare e con l'applicazione di una vernice speciale trasparente delle migliori marche applicata in un minimo di tre mani;

pavimento in listoncini di legno (parquet) dello spessore di 14-17 mm. e della larghezza di ca. 60-80 mm., a coste perfettamente parallele, con la superficie superiore piallata liscia, di prima scelta, da posare su un piano di cemento con la colla o inchiodati sui magatelli predisposti (indispensabili per lunghezze superiori ai 40 cm.) da completare con lamatura, laccatura e pulitura finale della superficie che non dovrà essere calpestata prima di due giorni completi dopo la lucidatura.

Pavimentazioni esterne

Nell'esecuzione di pavimentazioni esterne si dovrà realizzare un massetto in conglomerato cementizio con dosaggio non inferiore a 250 Kg. di cemento per mc. gettato secondo gli spessori previsti o richiesti dal Direttore dei lavori; la pavimentazione verrà quindi posata sopra un letto di sabbia e cemento (dosato a 400 Kg.) di spessore di ca. 1,5 cm.

Le pavimentazioni esterne andranno cosparse d'acqua per almeno 10 giorni dall'ultimazione e poi si procederà alle rifiniture di ultimazione (chiusura delle fessure, etc.).

La pavimentazione così realizzata dovrà risultare conforme alle specifiche, in accordo con le prescrizioni del presente capitolato, essere perfettamente levigata, con le pendenze prescritte e quanto altro richiesto.

La realizzazione della pavimentazione esterna potrà essere eseguita secondo le indicazioni qui riportate:

- 1) pavimentazione per rampe antiscivolo per autorimesse e simili da realizzare con impasti a base di inerti naturali duri di opportuna forma e granulometria da sagomare in opera in modo da formare scanalature normali od oblique alla linea di massima pendenza della rampa stessa che dovrà, comunque, essere costituita da un sottofondo di idoneo massetto in conglomerato armato sul quale applicare il trattamento esposto;
- 2) pavimentazione per esterni con aggregati parzialmente esposti da realizzare con un getto di calcestruzzo dosato con kg. 350 di cemento tipo R "325", dello spessore minimo di cm. 8 da trattare opportunamente in superficie con l'ausilio di un getto d'acqua in modo da lasciare gli elementi lapidei, della pezzatura 3/5, parzialmente in vista; tale superficie deve essere applicata su un sottofondo idoneo da porre in opera con uno spessore minimo complessivo di cm. 10 compresa l'armatura metallica (rete elettrosaldata diam. 6 ogni 25 cm.), giunti di dilatazione e quant'altro necessario;
- 3) pavimento in bollettonato costituito da pezzi irregolari di lastre di marmi misti o monocromi non pregiati con lati tagliati in modo netto e rettilineo delle dimensioni di ca. 50-100 mm., dello spessore non inferiore a 20 mm., da porre in opera su massetto di malta cementizia compresa la suggellatura dei giunti con boiaccia di cemento bianco o colorato, la rifinitura degli incastri a muro, l'arrotatura e la levigatura;
- 4) pavimentazione in mattonelle di cemento pressato carrabile dello spessore di mm. 40, di forma quadrata o rettangolare da porre in opera con allettamento su massetto predisposto e completa stuccatura dei giunti con 227 malta di cemento, inclusa anche la predisposizione delle pendenze su tutta la superficie e delle lavorazioni intorno ad eventuali chiusini, alberi o raccordi per l'eliminazione delle barriere architettoniche;
- 5) pavimentazione in cubetti di porfido con lato di dimensione 40-60-80 mm., da porre in opera dritti o ad arco con allettamento su sabbia e cemento su sottostante massetto di fondazione in conglomerato cementizio; l'esecuzione dovrà prevedere anche tutte le pendenze, giunti o raccordi e la pulizia finale dai residui di lavorazione;
- 6) pavimentazione con selci di prima scelta con lati delle dimensioni da 60 a 100 mm., allettati in sabbia e cemento su apposito sottofondo anche in conglomerato cementizio, predisposti secondo le pendenze di progetto o comunque fissate in modo tale da consentire il normale deflusso dell'acqua, comprese le lavorazioni per le interruzioni intorno ai chiusini, alberi, etc., la battitura di ciascun elemento e la pulizia finale.

Art. 101 Rivestimenti

I materiali con i quali verranno eseguiti tutti i tipi di rivestimento dovranno possedere i requisiti prescritti e, prima della messa in opera, l'Appaltatore dovrà sottoporre alla approvazione del Direttore dei lavori una campionatura completa.

Tutti i materiali ed i prodotti usati per la realizzazione di rivestimenti dovranno avere requisiti di resistenza, uniformità e stabilità adeguati alle prescrizioni ed al tipo di impiego e dovranno essere esenti da imperfezioni o difetti di sorta; le caratteristiche dei materiali saranno, inoltre, conformi alla normativa vigente ed a quanto indicato dal presente capitolato.

Le pareti e superfici interessate dovranno essere accuratamente pulite prima delle operazioni di posa che, salvo diverse prescrizioni, verranno iniziate dal basso verso l'alto.

Gli elementi del rivestimento, gli spigoli ed i contorni di qualunque tipo dovranno risultare perfettamente allineati, livellati e senza incrinature; i giunti saranno stuccati con materiali idonei e, a lavoro finito, si procederà alla lavatura e pulizia di tutte le parti.

I rivestimenti saranno eseguiti con diverse modalità in relazione al tipo di supporto (calcestruzzo, laterizio, pietra, etc.) su cui verranno applicati.

Le strutture murarie andranno preparate con uno strato di fondo (spessore 1 cm.) costituito da una malta idraulica o cementizia e da una malta di posa dosata a 400 Kg. di cemento per mc. e sabbia con grani di diametro inferiore ai 3 mm.

Prima dell'applicazione della malta le pareti dovranno essere accuratamente pulite e bagnate così come si dovranno bagnare, per immersione, tutti i materiali di rivestimento, specie se con supporto poroso.

Lo strato di malta di posa da applicare sul dorso delle eventuali piastrelle sarà di 1 cm. di spessore per rivestimenti interni e di 2/3 cm. di spessore per rivestimenti esterni.

La posa a giunto unito (prevalentemente per interni) sarà eseguita con giunti di 1/2 mm. che verranno stuccati dopo 24 ore dalla posa e prima delle operazioni di pulizia e stesa della malta di cemento liquida a finitura.

La posa a giunto aperto verrà realizzata con distanziatori di 8/10 mm., da usare durante l'applicazione del rivestimento, per la creazione del giunto che verrà rifinito con ferri o listelli a sezione circolare prima delle operazioni di pulizia.

Su supporti di gesso i rivestimenti verranno applicati mediante cementi adesivi o collanti speciali; su altri tipi di supporti dovranno essere usate resine poliviniliche, epossidiche, etc.

Tipi di rivestimenti

Piastrelle ceramica

Rivestimento di pareti interne con piastrelle di ceramica pressate a secco (bicottura) con caratteristiche conformi a quanto stabilito dalla norma UNI EN 87, gResponsabile Unico del Provvedimentopo BIII, da porre in opera con collanti o malta cementizia, suggellatura dei giunti in cemento bianco o colorato e pulizia finale.

Incompatibilità delle ceramiche

Per i rivestimenti ceramici esistono varie condizioni di incompatibilità che vengono indicate nella tabella seguente e che dovranno essere tenute nella dovuta considerazione nell'impiego e durante la posa in opera dei materiali:

Tipo di problema materiali - Conseguenze - Rimedi

residui granulati e pietre su ceramiche efflorescenze o rilascio di residui lavaggio delle pietre e granulati rigonfiamenti compensato su ceramiche distacco delle ceramiche per rigonfiamento del legno separazione del compensato dalla ceramica e protez. dalle infiltrazioni efflorescenze calce e cemento su ceramiche macchie di colore bianco utilizzare piastrelle selezionate con ridotte quantità di calce, argilla ed ossidi di ferro dilatazione cemento e calcestruzzo su ceramiche fessurazioni e strappi per il ritiro del cemento non impiegare cls leggeri o soggetti a deformazioni termiche notevoli dilatazione metalli su ceramiche fessurazioni e scheggiature evitare il contatto diretto dilatazione plastiche su ceramiche fessurazioni e scheggiature evitare il contatto diretto aderenza plastiche ed elastomeri su ceramiche fessurazioni evitare il contatto diretto o verificare la dilatazione termica prima della posa in opera strappo plastiche ed elastomeri su ceramiche distacco di alcuni strati evitare il contatto diretto.

Monocottura

Rivestimento di pareti interne con piastrelle di ceramica pressate a secco (monocottura pasta rossa) classificabili secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN 87, gruppo BII, da porre in opera con collanti o malta cementizia, suggellatura dei giunti in cemento bianco o colorato e pulizia finale.

Rivestimento di pareti interne ed esterne con piastrelle di ceramica pressate a secco (monocottura pasta bianca) classificabili secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN 87, gruppo BI, da porre in opera con collanti o malta cementizia, suggellatura dei giunti in cemento bianco o colorato e pulizia finale.

Gres porcellanato

Rivestimento di pareti interne ed esterne con piastrelle di ceramica pressate a secco completamente vetrificate (gres porcellanato) classificabili secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN 87, gruppo BI, da porre in opera con collanti o malta cementizia, completi di pezzi speciali e pulizia finale.

Lastre di marmo

Le lastre di marmo impiegate dovranno essere conformi alle prescrizioni per tali materiali e verranno applicate ai relativi supporti con zanche di rame o acciaio inossidabile, distanziandole dalla parete con uno spazio di 2 cm. ca. nel quale verrà successivamente colata della malta cementizia.

Le lastre avranno spessori minimi di 2 cm. per rivestimenti interni e 3 cm. per rivestimenti esterni e saranno, salvo altre prescrizioni, lucidate a piombo su tutte le facce a vista.

Consolidamento dei rivestimenti

Gli interventi di manutenzione o ripristino dei rivestimenti dovranno avere inizio con le analisi dei fenomeni che hanno dato luogo al deterioramento delle parti da trattare; tali analisi potranno essere effettuate con esami fisico-chimici oppure utilizzando tecnologie di grande precisione come gli ultrasuoni o la scansione termica.

La presenza di eventuali agenti patogeni sui materiali di rivestimento dovrà essere contrastata con un trattamento di pulizia necessario alla rimozione di queste sostanze per poi procedere, con la dovuta cautela, allo smontaggio delle parti mobili ed alla loro pulizia prima della posa in opera definitiva che dovrà essere eseguita con delle malte il

più possibile simili a quelle originarie.

Tutte le operazioni di stuccatura e ripristino del sottofondo dovranno essere eseguite nei modi più coerenti con i sistemi di ancoraggio originari e, se necessario, si dovrà prevedere l'impiego di sostanze che inibiscano la formazione dei funghi, alghe o deterioramenti organici utilizzando dosi controllate di questi prodotti nella miscelazione delle malte di fissaggio.

Art. 102 Controsoffitti

Tutti i controsoffitti previsti, indipendentemente dal sistema costruttivo, dovranno risultare con superfici orizzontali o comunque rispondenti alle prescrizioni, essere senza ondulazioni, crepe o difetti e perfettamente allineati.

La posa in opera sarà eseguita con strumenti idonei ed in accordo con le raccomandazioni delle case produttrici, comprenderà inoltre tutti i lavori necessari per l'inserimento dei corpi illuminanti, griglie del condizionamento, antincendio e quanto altro richiesto per la perfetta funzionalità di tutti gli impianti presenti nell'opera da eseguire.

Nel caso di esecuzione di controsoffitti in locali destinati a deposito di materiali infiammabili o lavorazioni soggette a norme di prevenzione incendi dovranno essere usati, a carico dell'*Appaltatore*, materiali e modalità di montaggio conformi alla normativa vigente (fibre non combustibili, montaggio a struttura nascosta, etc.) secondo quanto fissato dalle specifiche richieste a tale proposito.

Qualora si rendesse necessario l'uso del controsoffitto per la realizzazione di corpi appesi (apparecchi illuminanti, segnaletica, etc.) verranno eseguiti, a carico dell'*Appaltatore*, adeguati rinforzi della struttura portante delle lastre di controsoffitto mediante l'uso di tiranti aggiuntivi; questi tiranti dovranno essere fissati, in accordo con le richieste del *Direttore dei lavori*, in punti di tenuta strutturale e con sistemi di ancoraggio che garantiscano la necessaria stabilità.

I sistemi di realizzazione dei controsoffitti potranno in lastre in gesso o cartongesso con spessori e dimensioni tali da introdurre deformazioni a flessione (su sollecitazioni originate dal peso proprio) non superiori a 2 mm.; saranno costituite da impasti a base di gesso armato e verranno montate su guide o fissate a strutture a scomparsa; tale tipo di controsoffittature dovranno essere eseguite con pannelli di gesso smontabili da ancorare alla struttura preesistente con un armatura di filo di ferro zincato e telai metallici disposti secondo un'orditura predeterminata a cui andranno fissati i pannelli stessi.

Nel caso del cartongesso la controsoffittatura dovrà essere sospesa, chiusa, costituita da lastre prefabbricate di gesso cartonato dello spessore di mm. 12,5 fissate mediante viti autoperforanti fosfatate ad una struttura costituita da profilati in lamiera d'acciaio zincata dello spessore di 6/10 posta in opera con interasse di ca. 60 cm. e finitura dei giunti eseguita con bande di carta e collante speciale oltre alla sigillatura delle viti autoperforanti.

Art. 103 Infissi

Gli infissi saranno eseguiti in completo accordo con il progetto e le eventuali prescrizioni fornite dal *Direttore dei lavori* e alle relative norme UNI utilizzando come riferimento

per la terminologia specifica dei singoli elementi e delle parti funzionali la norma UNI 8369-1-5.

Le forniture saranno complete di tutti i materiali, trattamenti ed accessori richiesti per una perfetta esecuzione.

Gli infissi in legno dovranno essere accuratamente lavorati e piallati, provenire da legnami stagionati, essere dello spessore richiesto, avere superfici piane e lisce con carte abrasive finissime; gli spigoli, se non diversamente prescritto, saranno leggermente arrotondati ed i profili tali da garantire una perfetta tenuta all'acqua e all'aria.

Tutti gli accessori, materiali e manufatti necessari quali parti metalliche, in gomma, sigillature, ganci, guide, cassonetti, avvolgitori motorizzati, bulloneria, etc., dovranno essere dei tipi fissati dal progetto e dalle altre prescrizioni, dovranno avere le caratteristiche richieste e verranno messi in opera secondo le modalità stabilite nei modi indicati dal *Direttore dei lavori*.

I legnami dovranno essere trattati con idonei prodotti contro l'azione di insetti, parassiti e qualunque tipo di deterioramento proveniente dall'ambiente in cui saranno esposti.

I liquidi per il trattamento dovranno essere applicati dopo l'ultimazione delle operazioni di sagomatura, non dovranno causare rigonfiamenti nel legno né alterare il colore o rendere difficoltose le operazioni di verniciatura.

Il materiale, le lavorazioni, i prodotti ed i trattamenti usati dovranno essere approvati da riconosciuti istituti di settore (C.N.R., UNI, istituti universitari etc.).

Gli infissi metallici saranno realizzati esclusivamente in officina con l'impiego di materiali aventi le qualità prescritte e con procedimenti costruttivi tali da evitare autotensioni, deformazioni anomale provenienti da variazioni termiche, con conseguenti alterazioni delle caratteristiche di resistenza e funzionamento.

Le parti apribili dovranno essere munite di coprigiunti, la perfetta tenuta all'aria e all'acqua dovrà essere garantita da battute multiple e relativi elementi elastici.

Tutti i collegamenti dovranno essere realizzati con sistemi tecnologicamente avanzati; i materiali, le lavorazioni, l'impiego di guarnizioni, sigillanti o altri prodotti, i controlli di qualità saranno disciplinati dalla normativa vigente e dai capitoli tecnici delle industrie di settore.

Gli infissi metallici verranno, inoltre, realizzati in conformità alle prescrizioni indicate per quelli in legno, per quanto riguarda i tipi e le caratteristiche generali, con gli opportuni dimensionamenti dei controtelai, telai e parti dell'infisso che dovranno, comunque, sempre essere in accordo con le norme vigenti e gli standards delle case produttrici accettati dal *Direttore dei lavori*.

Quanto fissato vale e si applica anche a tutti gli infissi in PVC o derivati che vengono descritti di seguito.

Per gli infissi in PVC rigido valgono, per quanto compatibili, tutte le prescrizioni già indicate.

La resina costituente i profilati sarà formata da mescolanze a base di cloruro di polivinile, o similari, in formulazione rigida, esente da plastificanti.

I profilati saranno del tipo estruso scatolato e presenteranno superficie liscia, di colore uniforme ed esente da irregolarità o difetti, perfettamente rettilinea a sezione costante

senza deformazioni.

I materiali, le lavorazioni, gli accessori e le caratteristiche di resistenza all'urto, temperatura di rammollimento, modulo elastico, opacità, produzione ceneri, resistenza agli agenti atmosferici naturali e artificiali saranno conformi alla normativa già citata.

Controtelai

Saranno realizzati con tavole di spessore non inferiore a 2,5 cm. e di larghezza equivalente a quella del telaio dell'infisso; la forma, la consistenza e gli eventuali materiali di rinforzo saranno fissati dal *Direttore dei lavori* in relazione al tipo di uso ed alla posizione (infissi esterni, interni).

La posa in opera verrà effettuata con ancoraggi idonei costituiti da zanche in acciaio fissate nei supporti murari perimetrali.

Telai

Dovranno essere realizzati con i tipi di legno previsti per gli infissi, avranno dei profili con un minimo di due battute per gli infissi esterni ed una battuta per quelli interni avranno, inoltre, la conformazione richiesta dal progetto, dallo spessore delle murature e dalle prescrizioni del *Direttore dei lavori*.

Nelle operazioni di posa in opera sono comprese, a carico dell'Appaltatore, tutte le sigillature necessarie alla completa tenuta degli infissi esterni.

Coprifili - Mostre

Saranno realizzati con lo stesso tipo di legno impiegato per i telai nelle dimensioni e forme fissate dal progetto o dal *Direttore dei lavori*; verranno applicati ai controtelai con viti di acciaio o chiodi.

Art. 104 Opere di tinteggiatura — Verniciatura

Le operazioni di tinteggiatura o verniciatura dovranno essere precedute da un'accurata preparazione delle superfici interessate (raschiature, scrostature, stuccature, levigature etc.) con sistemi idonei ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.

La miscelazione e posa in opera di prodotti monocomponenti e bicomponenti dovrà avvenire nei rapporti, modi e tempi indicati dal produttore.

Tutti i prodotti dovranno trovarsi nei recipienti originali, sigillati, con le indicazioni del produttore, le informazioni sul contenuto, le modalità di conservazione ed uso e quanto altro richiesto per una completa definizione ed impiego dei materiali in oggetto.

Tutte le forniture dovranno, inoltre, essere conformi alla normativa vigente, alla normativa speciale (UNICHIM, etc.) ed avere caratteristiche qualitative costanti confermate dai marchi di qualità.

L'applicazione dovrà essere effettuata esclusivamente con prodotti pronti all'uso e preparati nei modi stabiliti dalle case produttrici; non sarà, quindi, consentito procedere, salvo altre prescrizioni, ad ulteriori miscelazioni con solventi o simili che non siano state specificatamente prescritte.

L'applicazione dei prodotti vernicianti non dovrà venire effettuata su superfici umide, l'intervallo di tempo fra una mano e la successiva sarà, salvo diverse prescrizioni, di 24 ore, la temperatura ambiente non dovrà superare i 40° C. e la temperatura delle superfici dovrà essere compresa fra i 5 e 50° C. con un massimo di 80% di umidità relativa.

In ogni caso le opere eseguite dovranno essere protette, fino al completo essiccamento, dalla polvere, dall'acqua e da ogni altra fonte di degradazione.

Tutti i componenti base, i solventi, i diluenti e gli altri prodotti usati dalle case produttrici per la preparazione delle forniture, dalla mano d'opera per l'applicazione e gli eventuali metodi di prova, dovranno essere conformi alla normativa di settore.

Ai fini delle miscele colorate sono considerate sostanze idonee i seguenti pigmenti: ossido di zinco, minio di piombo, diossido di titanio, i coloranti minerali, etc..

Le opere di verniciatura su manufatti metallici saranno precedute da accurate operazioni di pulizia (nel caso di elementi esistenti) e rimozione delle parti ossidate; verranno quindi applicate almeno una mano di vernice protettiva ed un numero non inferiore a due mani di vernice del tipo e colore previsti fino al raggiungimento della completa uniformità della superficie.

Nelle opere di verniciatura eseguite su intonaco, oltre alle verifiche della consistenza del supporto ed alle successive fasi di preparazione si dovrà attendere un adeguato periodo, fissato dal *Direttore dei lavori*, di stagionatura degli intonaci; trascorso questo periodo si procederà all'applicazione di una mano di imprimitura (eseguita con prodotti speciali) od una mano di fondo più diluita alla quale seguiranno altre due mani di vernice del colore e caratteristiche fissate.

La tinteggiatura potrà essere eseguita, salvo altre prescrizioni, a pennello, a rullo, a spruzzo, etc. in conformità con i modi fissati per ciascun tipo di lavorazione.

Tempera

Tinteggiatura a tempera di pareti e soffitti con finitura di tipo liscio o a buccia d'arancio a coprire interamente le superfici trattate, data a pennello o a rullo previa rasatura e stuccatura ed eventuale imprimitura a due o più mani.

Tinteggiatura lavabile

Tinteggiatura lavabile del tipo:

a) a base di resine vinil-acriliche;

b) a base di resine acriliche;

per pareti e soffitti con finitura di tipo liscio a coprire interamente le superfici trattate, data a pennello o a rullo previa rasatura e stuccatura ed eventuale imprimitura a due o più mani;

Tinteggiatura lavabile a base di smalti murali opachi resino-sintetici del tipo:

a) pittura oleosa opaca;

b) pittura oleoalchidica o alchidica lucida o satinata o acril-viniltuolenica;

c) pitture uretaniche per pareti e soffitti con finitura di tipo liscio a coprire interamente le superfici trattate, data a pennello o a rullo previa rasatura e stuccatura ed eventuale imprimitura a due o più mani.

Convertitore di ruggine

Applicazione di convertitore di ruggine su strutture ed infissi di metallo mediante la posa in opera di due mani a pennello o a spruzzo di una resina copolimerica vinil-acrilica in soluzione acquosa lattiginosa, ininfiammabile, a bassa tossicità, rispondente inoltre al test spay salino di 500 ore con adesione al 95% se sottoposto a graffiatura a croce.

Vernice antiruggine

Verniciatura antiruggine di opere in ferro esterne già opportunamente trattate, con funzioni

sia di strato a finire di vario colore sia di strato di fondo per successivi cicli di verniciatura, mediante l'applicazione di una resina composta da un copolimero vinil-acrilico con caratteristiche di durezza, flessibilità e resistenza agli urti, permeabilità al vapore d'acqua ed all'ossigeno di 15-25 gr./mq./mm./giorno, con un contenuto di ossido di ferro inferiore al 3%, non inquinante, applicabile a rullo, pennello ed a spruzzo su metalli ferrosi e non, in almeno due mani.

Verniciatura antiruggine di opere in ferro costituita da una mano di minio di piombo mescolato con piccole quantità di olio di lino cotto o realizzata con prodotto oleo sintetico equivalente previa preparazione del sottofondo con carteggiatura, sabbiatura o pulizia completa del metallo stesso.

Smalto oleosintetico

Avranno come componenti le resine sintetiche o naturali, pigmenti aggiuntivi, vari additivi e saranno forniti in confezione sigillata con tutte le indicazioni sulla composizione e sulle modalità d'uso.

Le caratteristiche dovranno essere quelle previste dalle norme già citate e dovranno, inoltre, garantire la durabilità, la stabilità dei colori, la resistenza agli agenti atmosferici, etc.

Verniciatura con smalto oleo Sintetico, realizzata con componenti (olio e resine sintetiche con percentuali adeguate dei vari elementi) a basso contenuto di tossicità, da utilizzare su opere in ferro mediante applicazione a pennello in almeno due mani su superfici precedentemente trattate anche con vernice antiruggine.

I tempi di essiccazione saranno intorno alle 6 ore.

Impregnante per legno

Verniciatura per opere in legno con impregnante a diversa tonalità o trasparente da applicare su superfici precedentemente preparate in una prima mano maggiormente diluita con idoneo solvente ed una seconda mano con minor quantità di solvente ed un intervallo di tempo minimo tra le due mani di almeno 8-10 ore.

Art. 105 Opere in legno

Le opere in legno dovranno essere eseguite secondo le indicazioni fornite dai grafici allegati al presente Capitolato e le eventuali prescrizioni del *Direttore dei lavori*, in particolare per gli arredi della Sala Archivio, costituiti da tavoloni lavoro/lettura e scaffalature questi dovranno essere realizzati in linea con quelli presenti nella attigua Biblioteca Landolfo Caracciolo.

Le forniture saranno complete di tutti i materiali, trattamenti ed accessori richiesti per una perfetta esecuzione.

Tutti i legnami dovranno avere un'adeguata stagionatura, superfici piane, lisce e conformi all'uso cui saranno destinate; dovranno essere, inoltre, trattati con prodotti contro l'azione dei parassiti e qualunque tipo di deterioramento proveniente dall'ambiente di esposizione.

I trattamenti protettivi non dovranno causare alterazioni nella forma e nel colore del legno né pregiudicare, in alcun modo, le fasi di lavorazione e verniciatura.

Le diverse parti componenti le opere in legno dovranno essere collegate solidamente fra loro con particolare riguardo a quelle destinate a trasmettere sollecitazioni strutturali.

Il materiale, le lavorazioni, i prodotti ed i trattamenti necessari dovranno essere conformi alla normativa vigente o approvati da istituti di settore o universitari di comprovata esperienza.

I giunti dovranno avere la forma e le dimensioni fissate dal progetto realizzando una perfetta corrispondenza dei piani senza l'uso di spessori od altri materiali.

Tutte le pareti destinate ad alloggiamenti particolari (incassati nei muri) od esposte in ambienti particolarmente aggressivi od in prossimità di fonti di calore, etc. dovranno essere protette con trattamenti, oltre a quelli già indicati e sempre a carico dell'Appaltatore, ed isolamenti adatti alle condizioni d'uso.

Legnami

Tutti i legnami da impiegare, nei vari tipi di essenze o prodotti di lavorazione, dovranno essere conformi alle prescrizioni della normativa vigente ed avere le caratteristiche fisico-meccaniche riportate dalla seguente tabella:

Essenza massa volumica

media Kg/dmc

umidità

max %

carico di rottura a

compres.

N/mm².

(Kg/cm².)

carico di rottura

a fless. N/mm².

(Kg/cm².)

carico di

sfilamen. a vite

N

(Kg.)

durezza

Brinell

Hd

abete 0,44 20 24(250) 58(600) 1.471 (150) 2,4

castagno 0,62 18 49(500) 108 (1.100) 2.943 (300) 3,9

faggio 0,74 18 39(400) 93(950) 3.433 (350) 4,5

frassino 0,74 18 44(450) 108 (1.100) 3.924 (400) 5

larice 0,60 20 34(350) 78(800) 2.452 (250) 3,3

mogano 0,50 15 39(400) 98 (1.000) 2.943 (300) 4

noce 0,69 18 39(400) 69(700) 3.924 (400) 3,6

pino 0,53 20 34(350) 65(660) 2.452 (250) 2,9

pioppo 0,42 22 24(250) 58(600) 1.275 (130) 2,4

pitch pine 0,84 16 44(450) 88(900) 2.943 (300) 4,9

rovere 0,74 10 49(500) 98(1000) 3.924 (400) 5

Le prove sui materiali saranno effettuate secondo le norme UNI e l'umidità residua non

dovrà superare i seguenti valori:

- a) serramenti esterni 12/14%;
- b) serramenti interni 8/12%;
- c) legname per impieghi esterni 14/16%.

I legnami usati per opere definitive di carpenteria e simili dovranno avere un carico di rottura a compressione (perpendicolarmente alle fibre) non inferiore a 29 N/mm². (300 Kg./cm².) ed un carico di rottura a trazione (parallelamente alle fibre) non inferiore a 69 N/mm². (700 Kg./cm².)

I legnami usati per serramenti dovranno essere ben stagionati, esenti da nodi od altri difetti; le tavole saranno ricavate da travi diritte e si dovranno usare essenze dolci per serramenti interni e resinose per serramenti esterni.

Le lavorazioni dovranno garantire qualità e spessori indicati dai progetti con tolleranze di +/- 0,5 mm. sullo spessore e di +/- 2 mm. sulla larghezza e lunghezza.

I compensati avranno legno incollato a secco e strati a spessore costante, adiacenti ed in numero minimo di 3 come indicato dalla tabella seguente:

Spessore nominale in mm. numero minimo degli strati

3-4-5-6 3

8-10-12-15 5

18-20-22 7

25-28-30 9

I paniforti saranno del tipo lamellare o listellare con spessore di 13/15/18/20/22/25/28/30 mm.

Vengono riportate, di seguito, le definizioni unificate stabilite dalla CEE relative alla composizione e struttura dei diversi tipi di semilavorati in legno:

Compensati

Pannelli derivati dall'incollaggio di 3 o più fogli sottili di legno (pioppo, faggio, abete rosso, abete bianco, douglas) disposti a fibratura incrociata in modo ortogonale; lo spessore dei singoli fogli è variabile dai 2/10 di mm. ai 3 mm. e l'essiccazione, dopo l'incollaggio dei fogli, avviene ad una pressione di 1,5-2 N/mm². (15-20 kg/cm².)

Lo spessore finale dei pannelli di compensato può variare dai 3 ai 25 mm. ed il pannello dovrà avere un tasso di umidità del 15-20% con dimensioni di ca. 2,40x1,20 mt. con superfici esterne perfettamente lisce. I campi di applicazione possono variare dalla fabbricazione di aerei o imbarcazioni, alle casseforme per cemento armato, alle parti di mobili o come parti di strutture o finiture nel campo dell' edilizia.

Douglas

Caratteristiche: legno tenero-semiduro, tessitura fine, fibratura dritta, colore roseo bruno, resistenza a funghi e insetti buona, resistenza da trattare per uso esterno, lavorazione facile, buone giunzioni incollate

Dimensioni dei tagli lung. mt. 1,85-8,00 largh. cm.10-60

Impieghi Strutture, infissi, mobili

Modulo di elasticità 13000 N/mm².

Carico di rottura a trazione 80 N/mm².

Carico di rottura a compress. assiale 48 N/mm².

Carico di rottura a flessione 86 N/mmq.

Carico di rottura a taglio 8 N/mmq.

Ritiro assiale 0,3%

Mogano africano

Caratteristiche: legno semiduro, tessitura media, fibratura dritta, colore bruno, resistenza a funghi e insetti buona, resistenza agli attacchi di insetti xilofagi, buona lavorabilità, tenuta delle giunzioni chiodate ed incollate

Dimensioni dei tagli lungh. mt. 3,00-6,00 largh. cm.30-60

Impieghi Arredamento, mobili

Modulo di elasticità 9500 N/mmq.

Carico di rottura a trazione 80 N/mmq.

Carico di rottura a compress. assiale 47 N/mmq.

Carico di rottura a flessione 98 N/mmq.

Carico di rottura a taglio 6 N/mmq.

Ritiro assiale 0,3%

Mogano americano

Caratteristiche: legno semiduro, tessitura variabile, fibratura ondulata, resistenza a funghi e insetti, buona resistenza agli attacchi di insetti buona, buona lavorabilità, tenuta delle giunzioni chiodate ed incollate

Dimensioni dei tagli lungh. mt. 2,00-6,00 largh. cm.20-50

Impieghi Arredamento, mobili

Modulo di elasticità 10000 N/mmq.

Carico di rottura a trazione 80 N/mmq.

Carico di rottura a compress. assiale 50 N/mmq.

Carico di rottura a flessione 105 N/mmq.

Carico di rottura a taglio 7 N/mmq.

Ritiro assiale 0,3%

Noce

Caratteristiche: fibratura varia, tessitura media-fine colore bruno, resistenza a funghi e insetti facilmente attaccabile, buona lavorabilità

Dimensioni dei tagli lungh. mt. 0,70-3,00 largh. cm.12-45

Impieghi Arredamento e mobili

Modulo di elasticità 10800 N/mmq.

Carico di rottura a trazione 95 N/mmq.

Carico di rottura a compress. assiale 62 N/mmq.

Carico di rottura a flessione 100 N/mmq.

Carico di rottura a taglio 7 N/mmq.

Ritiro assiale 0,5%

Pino marittimo

Caratteristiche: fibratura diritta, tessitura medio-grossa, colore bruno rossastro, resistenza a funghi e insetti facilmente attaccabile, buona lavorabilità con contenuto di resine basso, verniciatura mediocre

Dimensioni dei tagli lungh. mt. 1,20-6,00 largh. cm.8-30

Impieghi Falegnameria corrente

Modulo di elasticità 13300 N/mmq.

Carico di rottura a trazione 70 N/mmq.

Carico di rottura a compress. assiale 43 N/mmq.

Carico di rottura a flessione 80 N/mmq.

Carico di rottura a taglio 7 N/mmq.

Ritiro assiale 0,4%

Pioppo

Caratteristiche Fibratura diritta, tessitura media, facilmente fessurabile, colore giallo-bianco, resistenza a funghi e insetti facilmente attaccabile prima della essiccazione, buona lavorabilità, scarsa tenuta, i giunti con chiodi e viti, verniciatura normale

Dimensioni dei tagli lungh. mt. 1,80-4,00 largh. cm.16-55

Impieghi Tavolame per ponteggi, mobili non di pregio, compensati e paniforti

Modulo di elasticità 7800 N/mmq.

Carico di rottura a trazione 55 N/mmq.

Carico di rottura a compress. assiale 32 N/mmq.

Carico di rottura a flessione 55 N/mmq.

Carico di rottura a taglio 3,5 N/mmq.

Ritiro assiale 0,3%

Pitch pine

Caratteristiche: buona stabilità e resistenza meccanica, colore giallo-bianco, resistenza a funghi e insetti buona, resistenza agli attacchi buona, lavorabilità agevole con basse quantità di resina

Dimensioni dei tagli lungh. mt. 2,00-6,00 largh. cm.10-60

Impieghi Strutture esterne ed infissi

Modulo di elasticità 12500 N/mmq.

Carico di rottura a trazione 80 N/mmq.

Carico di rottura a compress. assiale 55 N/mmq.

Carico di rottura a flessione 98 N/mmq.

Carico di rottura a taglio 6 N/mmq.

Ritiro assiale 0,4%

Rovere

Caratteristiche: fibratura diritta, tessitura grossa, colore giallo-bruno, resistenza a funghi e insetti Alborno attaccabile, durame molto resistente, non facile lavorabilità

Dimensioni dei tagli lungh. mt. 1,80-6,00 largh. cm.16-60

Impieghi Mobili, pavimenti, impiallaccature

Modulo di elasticità 12500 N/mmq.

Carico di rottura a trazione 90 N/mmq.

Carico di rottura a compress. assiale 61 N/mmq.

Carico di rottura a flessione 108 N/mmq.

Carico di rottura a taglio 10 N/mmq.

Ritiro assiale 0,4%

Legno lamellare

Il legno lamellare sarà costituito generalmente da manufatti realizzati con tavole di abete rosso, abete bianco e pino silvestre dello spessore di ca. 38 mm., larghezza cm.10-24 e lunghezza mt. 4-6 accuratamente selezionate ed essiccate artificialmente con tasso finale di umidità compreso fra il 7 ed 15%.

Le tavole dovranno essere regolarmente intestate e fresate per la creazione di giunti a pettine (per l'incremento della superficie di incollaggio tra le teste delle tavole) e, dopo l'operazione di incollaggio dovranno essere essiccate in tempi e modi adeguati; le serie di tavole incollate vengono definite lamelle.

Il successivo incollaggio delle lamelle dovrà essere eseguito con colle all'urea formaldeide per i manufatti destinati ad ambienti interni e con colle alla resorcina per manufatti destinati ad ambienti umidi o aperti e la durata del periodo di incollaggio (effettuato con apposite presse) non dovrà essere inferiore alle 16-20 ore.

La curvatura degli elementi non lineari dovrà essere effettuata con un raggio di curvatura maggiore o uguale a mt. 6.

Al termine del periodo di indurimento della colla potranno essere eseguite le operazioni di piallatura, taglio, sagomatura e impregnazione.

Tutte le parti metalliche, cerniere, appoggi dovranno essere realizzate in modo conforme ai calcoli strutturali eseguiti per il loro dimensionamento e dovranno essere trattate con le verniciature richieste prima della posa in opera degli elementi.

Per il calcolo ed il dimensionamento delle strutture in legno lamellare dovranno essere utilizzate le vigenti normative europee di riferimento in tale materia con le adeguate certificazioni richieste in tal senso.

Art. 106 Opere in acciaio e altri metalli

Tutti i metalli dovranno essere lavorati con regolarità di forme e di dimensioni, nei limiti delle tolleranze consentite ed in accordo con le prescrizioni della normativa specifica.

Le operazioni di piegatura e spianamento dovranno essere eseguite per pressione; qualora fossero richiesti, per particolari lavorazioni, interventi a caldo, questi non dovranno creare concentrazioni di tensioni residue.

I tagli potranno essere eseguiti meccanicamente o ad ossigeno, nel caso di irregolarità questi verranno rifiniti con la smerigliatrice.

Le superfici, o parti di esse, destinate a trasmettere sollecitazioni di qualunque genere, dovranno combaciare perfettamente.

I fori per i chiodi e bulloni saranno eseguiti con il trapano, avranno diametro inferiore di almeno 3 mm. a quello definitivo e saranno successivamente rifiniti con l'alesatore; salvo diverse prescrizioni non è consentito l'uso della fiamma ossidrica per le operazioni di bucatura.

I giunti e le unioni degli elementi strutturali e dei manufatti verranno realizzate con:

a) saldature eseguite ad arco, automaticamente o con altri procedimenti approvati dal *Direttore dei lavori*; tali saldature saranno precedute da un'adeguata pulizia e preparazione delle superfici interessate, verranno eseguite da personale specializzato e provvisto di relativa qualifica, le operazioni di saldatura verranno sospese a temperature inferiori ai -5°C e, a lavori ultimati, gli elementi o le superfici saldate dovranno risultare

perfettamente lisci ed esenti da irregolarità;

b) bullonatura che verrà eseguita, dopo un'accurata pulizia, con bulloni conformi alle specifiche prescrizioni e fissati con rondelle e dadi adeguati all'uso; le operazioni di serraggio dei bulloni dovranno essere effettuate con una chiave dinamometrica;

c) chiodature realizzate con chiodi riscaldati (con fiamma o elettricamente) introdotti nei fori e ribattuti.

La posa in opera dei manufatti comprenderà la predisposizione ed il fissaggio, dove necessario, di zanche metalliche per l'ancoraggio degli elementi alle superfici di supporto e tutte le operazioni connesse a tali lavorazioni.

Dovranno essere inoltre effettuate prima del montaggio le operazioni di ripristino della verniciatura o di esecuzione, se mancante, della stessa; verranno infine applicate, salvo altre prescrizioni, le mani di finitura secondo le specifiche già indicate per tali lavorazioni.

La zincatura nelle parti esposte o dove indicato sarà eseguita, a carico dell'Appaltatore, per immersione in bagno di zinco fuso e dovrà essere realizzata solo in stabilimento.

Tutte le strutture in acciaio o parti dovranno essere realizzate in conformità alle già citate leggi e normative vigenti per tali opere.

Le caratteristiche dei materiali in ferro sono fissate dalle seguenti specifiche .

Ferro - Acciaio

I materiali ferrosi da impiegare dovranno essere esenti da scorie, soffiature e qualsiasi altro difetto di fusione, laminazione, profilatura e simili.

Le caratteristiche degli acciai per barre lisce o ad aderenza migliorata, per reti elettrosaldate, fili, trecce, trefoli, strutture metalliche, lamiere e tubazioni dovranno essere in accordo con la normativa vigente.

Acciai

Saranno definiti acciai i materiali ferrosi contenenti meno dell'1,9% di carbonio; le classi e le caratteristiche relative saranno stabilite dalle norme già citate alle quali si rimanda per le specifiche riguardanti le qualità dei vari tipi e le modalità delle prove da eseguire.

Acciaio inossidabile

Presenta un contenuto di cromo superiore al 12% ed elevata resistenza all'ossidazione ed alla corrosione.

Dovrà essere conforme alle norme citate.

Nel caso dell'acciaio inossidabile esistono delle condizioni strutturali del materiale stesso che lo rendono estremamente resistente a processi di corrosione o deterioramento; l'unico aspetto di incompatibilità di rilievo è determinato dalla poca aderenza della calce o malte con composti di calce sulla superficie dell'acciaio stesso a causa della difficoltà di aggrappaggio.

Anche nell'acciaio inossidabile esiste un rischio ridotto di ossidazione che può verificarsi per imperfezioni o motivi meccanici (al di sotto dello strato di ossido di cromo) di difficile visibilità e quindi con un livello elevato di pericolosità.

Metalli diversi

Tutti i metalli impiegati saranno della migliore qualità e rispondenti alle prescrizioni e norme UNI vigenti.

Art. 107 Opere in marmo - Pietre naturali

Le opere in marmo, pietre naturali o artificiali, dovranno corrispondere alle forme e dimensioni indicate; il *Direttore dei lavori* avrà facoltà di prescrivere le misure dei vari elementi, la formazione e disposizione, lo spessore delle lastre, la posizione dei giunti e quanto necessario alla perfetta esecuzione del lavoro.

Le caratteristiche e la lavorazione delle pietre dovranno essere conformi alla norma UNI 8458.

Sulla larghezza e lunghezza degli elementi, salvo diverse prescrizioni, è ammessa una tolleranza non superiore allo 0,5%; per le lastre, gli scarti nelle misure non dovranno superare il valore di 0,5-1mm. per le dimensioni lineari e del 5% per lo spessore.

Tutte le lastre di marmo ed i pezzi di pietre naturali od artificiali dovranno essere opportunamente ancorati con perni, staffe in acciaio inossidabile od in rame (nelle dimensioni e forme richieste) e malte speciali.

Dopo il fissaggio al supporto, gli eventuali vuoti saranno riempiti solo con malta idraulica, restando vietato l'uso di gesso o cementi a rapida presa.

Sarà vietato, salvo altre prescrizioni, il taglio a 45° dei bordi delle lastre che saranno ancorate nei punti di incontro con speciali piastre a scomparsa.

I tempi e le modalità di posa verranno fissati, di volta in volta, dalle specifiche prescrizioni o dal *Direttore dei lavori*.

Le lastre impiegate per la realizzazione di soglie, orlature di balconi, elementi di scale, coperture esterne, etc. dovranno avere lo spessore indicato in progetto o, in mancanza prescritto dal Direttore dei lavori e comunque non inferiore ai 3 cm. e, nel caso di piani di appoggio o copertura esterni, adeguate inclinazioni e gocciolatoi (di sezione non inferiore ad 1x1 cm.) che saranno ancorati con zanche di acciaio inossidabile ai relativi supporti.

La messa in opera delle parti in pietra per stipiti, architravi, gradini dovrà essere eseguita con malta non cementizia, così come eventuali parti in muratura necessarie, stuccature, stilature e suggellature oltre alle grappe di ancoraggio già indicate.

Tutte le forniture, in lastre, blocchi, cubetti, etc., dovranno rispondere ai requisiti suddetti ed avere le caratteristiche di uniformità e resistenza adeguate alle condizioni d'uso o richieste dalle specifiche prescrizioni.

Art. 108 Opere in vetro

I materiali da impiegare in tutte le opere in vetro dovranno corrispondere alle caratteristiche di progetto, alla normativa vigente ed alle disposizioni fornite dal Direttore dei lavori.

I vetri piani saranno del tipo semplice, con spessori dai 3 ai 12 mm. (lo spessore sarà misurato in base alla media aritmetica degli spessori rilevati al centro dei quattro lati della lastra) e tolleranze indicate dalle norme UNI EN 572-1-7 mentre per le caratteristiche dei materiali dovranno essere osservate le specifiche riportate nella norma UNI 7440 ed i relativi metodi riportati dalla norma stessa per l'effettuazione delle prove e dei controlli sulle lastre di vetro.

Saranno considerate lastre di cristallo trattato i vetri piani colati e laminati con trattamento

delle superfici esterne tale da renderle parallele e perfettamente lucide.

I cristalli di sicurezza saranno suddivisi, secondo le norme indicate, nelle seguenti 4 classi:

- 1) sicurezza semplice, contro le ferite da taglio e contro le cadute nel vuoto;
- 2) antivandalismo, resistenti al lancio di cubetti di porfido;
- 3) anticrimine, suddivisi in tre sottoclassi, in funzione della resistenza all'effetto combinato di vari tipi di colpi;
- 4) antiproiettile, suddivisi in semplici ed antischeggia.

Si definiscono, infine, cristalli greggi le lastre di cristallo caratterizzate dall'assenza del processo di lavorazione finale dopo la colatura e laminatura e con le facce esterne irregolari, trasparenti alla sola luce e con eventuali motivi ornamentali.

I vetri stratificati, costituiti da vetri e cristalli temperati dovranno rispondere alle caratteristiche indicate dalle suddette norme e saranno composti da una o più lastre di vario spessore, separate da fogli di PVB (polivinil butirrale) o simili, con spessori finali $\geq 20\text{mm}$. fino ad un max di 41mm. nel caso di vetri antiproiettile.

Tutte le lastre dovranno essere trasportate e stoccate in posizione verticale, in particolare per lastre accoppiate si dovrà provvedere in modo tale che le superfici di appoggio siano sempre ortogonali fra loro per non introdurre sollecitazioni anomale sui giunti di tenuta.

Nella fornitura e posa in opera l'Appaltatore è tenuto ad usare tutti gli accorgimenti necessari (supporti elastici, profondità di battuta, etc.) per impedire deformazioni, vibrazioni o difetti di installazione.

I sigillanti impiegati saranno resistenti ai raggi ultravioletti, all'acqua ed al calore (fino ad 80°C .) e conformi alle caratteristiche richieste dai produttori delle lastre di vetro, normali o stratificate, cui verranno applicati. Per la sigillatura di lastre stratificate o a camere d'aria dovranno essere impiegati sigillanti di tipo elastomerico restando comunque vietato l'uso di sigillanti a base d'olio o solventi.

La posa in opera delle lastre di vetro comprenderà qualunque tipo di taglio da eseguire in stabilimento od in opera e la molatura degli spigoli che, nel caso di lastre di grandi dimensioni, dovrà essere effettuata sempre prima della posa.

Durante la posa ed il serraggio delle lastre di vetro si dovranno osservare e rispettare tutti gli accorgimenti previsti per la dilatazione termica o le eventuali sollecitazioni strutturali ed esterne.

Tutte le suddette prescrizioni, oltre ad eventuali specifiche particolari, sono valide anche per opere con elementi di vetro strutturale (profilati ad U), per strutture in vetrocemento, lucernari, coperture speciali, etc.

Le caratteristiche specifiche di alcuni tipi di opere in vetro sono riportate nel seguente elenco:

- 1) vetrate isolanti acustiche realizzate in misure fisse composte da due cristalli dello spessore di mm. 4, coefficienti di trasmissione termica " $k=3,00-3,40\text{ watt/m}^{\circ}\text{C}$ " con distanziatore butilico o metallico, saldato perimetralmente con polisolfuri ed intercapedine di 6-9-12 mm.;
- 2) cristalli di sicurezza stratificati tipo "Visarm" composti da due cristalli uniti tra loro con un foglio di plastica perfettamente trasparente polivinilbutirrale negli spessori 6/7, 8/9, 10/11, 11/12, 19/21;

- 3) cristalli di sicurezza stratificati tipo "Blindovis" composti da tre cristalli uniti tra loro da due fogli di plastica perfettamente trasparente polivinilbutirrale negli spessori 18/19, 26/27, 36/38;
- 4) pareti vetrate con profili di vetro "U-Glass" disposti a greca o a pettine da fornire e porre in opera complete di guarnizioni in gomma da posizionare agli attacchi con l'armatura metallica, mastici speciali ai siliconi da impiegare tra costa e costa dei profilati, ancoraggi adeguati ai carichi cui verrà sottoposta la parte vetrata realizzata con:
 - a) profili normali modulo mm. 270;
 - b) profili armati modulo mm. 270.
- 5) lastre in polimetilmetacrilato estruso dello spessore di mm. 3 e con caratteristiche di trasparenza di ottimo grado da inserire su serramenti, telai in legno o metallici con l'impiego di idonee guarnizioni, sigillanti e collanti a base di silicone per garantire una perfetta tenuta esterna;
- 6) cupole a pianta circolare o quadrata realizzate con l'impiego di lastre acriliche colate, trasparenti della migliore qualità (plexiglas, perspex e simili) da posizionare su supporti in calcestruzzo, legno o metallo con possibilità di apertura (e asta di comando per dispositivo di apertura) o a chiusura fissa dotate di guarnizioni impermeabili, sigillature e ancoraggi.

Art. 109 Opere da lattoniere

I manufatti ed i lavori in lamiera metallica di qualsiasi tipo, forma o dimensione dovranno rispondere alle caratteristiche richieste e saranno forniti completi di ogni accessorio o lavoro di preparazione necessari al perfetto funzionamento.

La posa in opera dovrà includere gli interventi murari, la verniciatura protettiva e la pulizia dei lavori in oggetto.

I giunti fra gli elementi saranno eseguiti in conformità ai campioni che dovranno essere presentati per l'approvazione almeno 60 giorni prima dell'inizio dei lavori.

I canali di gronda dovranno essere realizzati con i materiali indicati e collocati in opera con pendenze non inferiori all'1% e lunghezze non superiori ai 12 metri, salvo diverse prescrizioni.

Nelle località soggette a condizioni atmosferiche particolari (nevicata abbondanti, etc.) saranno realizzati telai aggiuntivi di protezione e supporto dei canali di gronda.

I pluviali saranno collocati, in accordo con le prescrizioni, all'esterno dei fabbricati o inseriti in appositi vani delle murature, saranno del materiale richiesto, con un diametro interno non inferiore a 100 mm. e distribuiti in quantità di uno ogni 50 mq. di copertura, o frazione della stessa, con un minimo di uno per ogni piano di falda. Il posizionamento avverrà ad intervalli non superiori ai 20 ml. ad almeno 10 cm. dal filo esterno della parete di appoggio e con idonei fissaggi a collare da disporre ogni 1,5-2 metri.

Nel caso di pluviali allacciati alla rete fognaria, dovranno essere predisposti dei pozzetti sifonati, facilmente ispezionabili e con giunti a tenuta.

Le prescrizioni indicate sono da applicare, in aggiunta alle richieste specifiche, anche ai manufatti ed alla posa in opera di scossaline, converse, e quant'altro derivato dalla lavorazione di lamiere metalliche e profilati che dovranno, comunque, avere le

caratteristiche fissate di seguito:

lamiere e profilati

- tutte le lamiere da impiegare saranno conformi alle prescrizioni già citate ed avranno integre tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche dei metalli di origine.

profilati piatti;

- dovranno essere conformi alle norme citate ed alle eventuali prescrizioni specifiche richieste;
- avranno una resistenza a trazione da 323 ad 833 N/mm². (33 a 85 Kgf/mm².), avranno superfici esenti da imperfezioni e caratteristiche dimensionali entro le tolleranze fissate dalle norme suddette;

profilati sagomati

- per i profilati sagomati si applicheranno le stesse prescrizioni indicate al punto precedente e quanto previsto dalle norme UNI per le travi HE, per le travi IPE, per le travi IPN e per i profilati a T.

Art. 110 Tubazioni

Tutte le tubazioni e la posa in opera relativa dovranno corrispondere alle caratteristiche indicate dal presente capitolato, alle specifiche espressamente richiamate nei relativi impianti di appartenenza ed alla normativa vigente in materia.

L'Appaltatore dovrà, se necessario, provvedere alla preparazione di disegni particolareggiati da integrare al progetto occorrenti alla definizione dei diametri, degli spessori e delle modalità esecutive; l'Appaltatore dovrà, inoltre, fornire dei grafici finali con le indicazioni dei percorsi effettivi di tutte le tubazioni.

Si dovrà ottimizzare il percorso delle tubazioni riducendo, il più possibile, il numero dei gomiti, giunti, cambiamenti di sezione e rendendo facilmente ispezionabili le zone in corrispondenza dei giunti, sifoni, pozzetti, etc.; sono tassativamente da evitare l'utilizzo di spezzoni e conseguente sovrannumero di giunti.

Nel caso di attraversamento di giunti strutturali saranno predisposti, nei punti appropriati, compensatori di dilatazione approvati dal *Direttore dei lavori*.

Le tubazioni interrate dovranno essere poste ad una profondità tale che lo strato di copertura delle stesse sia di almeno 1 metro.

Gli scavi dovranno essere eseguiti con particolare riguardo alla natura del terreno, al diametro delle tubazioni ed alla sicurezza durante le operazioni di posa. Il fondo dello scavo sarà sempre piano e, dove necessario, le tubazioni saranno poste in opera su un sottofondo di sabbia di 10 cm. di spessore su tutta la larghezza e lunghezza dello scavo.

Nel caso di prescrizioni specifiche per gli appoggi su letti di conglomerato cementizio o sostegni isolati, richieste di contropendenze e di qualsiasi altro intervento necessario a migliorare le operazioni di posa in opera, si dovranno eseguire le varie fasi di lavoro, anche di dettaglio, nei modi e tempi richiesti dal *Direttore dei lavori*.

Dopo le prove di collaudo delle tubazioni saranno effettuati i rinterrati con i materiali provenienti dallo scavo ed usando le accortezze necessarie ad evitare danneggiamenti delle tubazioni stesse e degli eventuali rivestimenti. Le tubazioni non interrate dovranno essere fissate con staffe o supporti di altro tipo in modo da garantire un perfetto

ancoraggio alle strutture di sostegno.

Le tubazioni in vista o incassate dovranno trovarsi ad una distanza di almeno 8 cm. (misurati dal filo esterno del tubo o del suo rivestimento) dal muro; le tubazioni sotto traccia dovranno essere protette con materiali idonei.

Le tubazioni metalliche in vista o sottotraccia, comprese quelle non in prossimità di impianti elettrici, dovranno avere un adeguato impianto di messa a terra funzionante su tutta la rete.

Tutte le giunzioni saranno eseguite in accordo con le prescrizioni e con le raccomandazioni dei produttori per garantire la perfetta tenuta, nel caso di giunzioni miste la direzione lavori fornirà specifiche particolari alle quali attenersi.

L'Appaltatore dovrà fornire ed installare adeguate protezioni, in relazione all'uso ed alla posizione di tutte le tubazioni in opera e provvederà anche all'impiego di supporti antivibrazioni o spessori isolanti, atti a migliorare il livello di isolamento acustico.

Tutte le condotte destinate all'acqua potabile, in aggiunta alle normali operazioni di pulizia, dovranno essere accuratamente disinfettate.

Nelle interruzioni delle fasi di posa è obbligatorio l'uso di tappi filettati per la protezione delle estremità aperte della rete.

Le pressioni di prova, durante il collaudo, saranno di 1,5-2 volte superiori a quelle di esercizio e la lettura sul manometro verrà effettuata nel punto più basso del circuito. La pressione dovrà rimanere costante per almeno 24 ore consecutive entro le quali non dovranno verificarsi difetti o perdite di qualunque tipo; nel caso di imperfezioni riscontrate durante la prova, l'Appaltatore dovrà provvedere all'immediata riparazione dopo la quale sarà effettuata un'altra prova e questo fino all'eliminazione di tutti i difetti dell'impianto.

Le tubazioni per l'acqua verranno collaudate come sopra indicato, procedendo per prove su tratti di rete ed infine sull'intero circuito; le tubazioni del gas e quelle di scarico verranno collaudate, salvo diverse disposizioni, ad aria o acqua con le stesse modalità descritte al comma precedente.

Tubazioni per impianti elettrici

Le tubazioni per impianti elettrici saranno conformi alle specifiche della normativa vigente in materia ed avranno le caratteristiche indicate dettagliatamente nelle descrizioni delle opere relative; i materiali utilizzati per le canalizzazioni elettriche saranno, comunque, dei tipi seguenti:

- a) tubazione flessibile in PVC autoestinguente tipo pesante o leggero;
- b) tubo rigido pesante in PVC piegabile a freddo;
- c) canali in PVC a sezione rettangolare;
- d) tubo rigido autofilettato in PVC autoestinguente;
- e) guaina flessibile in PVC ad alta resistenza;
- f) tubazione metallica rigida tipo elios zincato, filettabile;
- g) guaina metallica flessibile ricoperta in PVC autoestinguente.

Tubazioni per impianti idrici-riscaldamento

Le tubazioni per impianti idrici e di riscaldamento saranno conformi alle specifiche della normativa vigente in materia ed avranno le caratteristiche indicate dettagliatamente nelle

descrizioni delle opere relative; i materiali utilizzati per tali tubazioni saranno, comunque, dei tipi seguenti:

- a) tubazioni in acciaio nero FM, serie UNI 3824-68;
- b) tubazioni in rame ricotto fornite in rotoli;
- c) tubazioni in rame crudo fornite in barre;
- d) tubazioni in polietilene ad alta densità (PEad PN 16) UNI 7611 tipo 312.

Tubazioni per acquedotti-fognature

Le tubazioni per acquedotti e fognature saranno conformi alle specifiche della normativa vigente in materia ed avranno le caratteristiche indicate dettagliatamente nelle descrizioni delle opere relative; i materiali utilizzati per tali tubazioni saranno, comunque, dei tipi seguenti:

- a) tubi in cemento vibrocompresso;
- b) tubazioni in ghisa sferoidale UNI ISO 2531;
- c) tubi in acciaio saldati;
- d) tubi di resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV), UNI 9032 e 9033 (classe A);
- e) tubazioni in polietilene ad alta densità (PEad PN 16) UNI 7611 tipo 312;
- f) tubazioni in polipropilene.

Tipi di tubazioni

Le caratteristiche di ciascun tipo di tubazione saranno definite dalla normativa vigente e dalle specifiche particolari previste per i diversi tipi di applicazioni o impianti di utilizzo; nel seguente elenco vengono riportate soltanto le indicazioni di carattere generale.

Giunto con piombo a freddo

Verrà realizzato solo nelle tubazioni di scarico con corda di canapa imbevuta di catrame vegetale posta attorno al tubo e pressata a fondo con successivo riempimento in piattina di piombo.

Giunto con piombo a caldo

Realizzato come al punto precedente ma con la sostituzione della piattina di piombo con piombo fuso colato a caldo.

Giunto a flangia

Sarà formato da due flange, poste all'estremità dei tubi, e fissate con bulloni e guarnizioni interne ad anello posizionate in coincidenza del diametro dei tubi e del diametro tangente ai fori delle flange.

Gli eventuali spessori aggiuntivi dovranno essere in ghisa.

Giunto elastico con guarnizione in gomma

Usato per condotte d'acqua ed ottenuto per compressione di una guarnizione di gomma posta all'interno del bicchiere nell'apposita sede.

Tubazioni in rame

Saranno fornite in tubi del tipo normale o pesante (con spessori maggiorati) ed avranno raccordi filettati, saldati o misti.

Si riportano, di seguito, alcuni rapporti tra diametri esterni e spessori dei tipi normale e pesante:

Tipo normale Tipo pesante

diametro est. x spess. diam. est. x spess.
(mm.) (mm.)

6x0,75 6x1

8x0,75 8x1

10x0,75 10x1

12x0,75 12x1

15x0,75 15x1

18x0,75 18x1

22x1 22x1,5

28x1 28x1,5

35x1,2 35x1,5

42x1,2 42x1,5

54x1,5 54x2

La curvatura dei tubi potrà essere fatta manualmente o con macchine piegatrici (oltre i 20 mm. di diametro).

I tubi incruditi andranno riscaldati ad una temperatura di 600°C. prima della piegatura.

Il fissaggio dovrà essere eseguito con supporti in rame. Le saldature verranno effettuate con fili saldanti in leghe di rame, zinco e argento.

I raccordi potranno essere filettati, misti (nel caso di collegamenti con tubazioni di acciaio o altri materiali) o saldati.

Nel caso di saldature, queste dovranno essere eseguite in modo capillare, dopo il riscaldamento del raccordo e la spalmatura del decapante e risultare perfettamente uniformi.

Tubazioni in pvc

Le tubazioni in cloruro di polivinile saranno usate negli scarichi per liquidi con temperature non superiori ai 70°C. I giunti saranno del tipo a bicchiere incollato, saldato, a manicotto, a vite ed a flangia.

Art. 111 Sigillature - Guarnizioni

I sigillanti saranno costituiti da materiali resistenti e compatibili con le caratteristiche fisico-chimiche, meccaniche ed estetiche dei materiali e delle componenti originali su cui andranno applicati, analogamente in relazione alle modalità e superfici di applicazione; dovranno, inoltre, essere insolubili in acqua, stabili alle variazioni di temperatura, a perfetta tenuta e, comunque, in accordo con le specifiche prescrizioni di progetto o del *Direttore dei lavori*.

Oltre alle specifiche fissate dal progetto i sigillanti dovranno rispondere alle caratteristiche stabilite dalle norme UNI 9610 e UNI 9611.

La posa in opera avverrà dopo un'accurata pulizia delle superfici interessate che dovranno essere asciutte e ben stagionate (nel caso di intonaci o conglomerati); tutte le fasi di pulizia ed applicazione dei sigillanti saranno eseguite con modalità e materiali indicati dalle case produttrici e da eventuali prescrizioni aggiuntive.

Si dovrà, in ogni caso, prestare la massima cura per evitare qualunque tipo di incompatibilità chimica o fisica delle superfici e materiali interessati sia durante la pulizia che nelle fasi

di preparazione e messa in opera dei sigillanti stessi; nel caso si verificassero tali inconvenienti l'Appaltatore dovrà provvedere all'immediata riparazione, completamente a suo carico, dei danni causati ed alla nuova sigillatura con materiali idonei.

Tutte le stuccature, stilature e suggellature dei giunti di opere in pietra o comunque soggette a dilatazioni termiche di una certa entità dovranno essere sempre realizzate con malte non cementizie o con mastici speciali compatibili con le caratteristiche dei supporti e delle superfici di applicazione ed atti a creare giunti elastici di dilatazione.

I giunti sui quali intervenire con materiali sigillanti dovranno avere profondità e larghezza non inferiori a 4-5 mm., il rapporto profondità/larghezza del materiale applicato sarà di 0,5 per giunti di larghezza compresa fra 12 e 25 mm. e di 0,5-1 per giunti di larghezza inferiore a 12 mm..

L'Appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione del Direttore dei lavori un'adeguata campionatura dei materiali e delle applicazioni previste.

I sigillanti in genere saranno, di norma, costituiti da nastri o fili non vulcanizzati oppure da prodotti liquidi o pastosi con uno o più componenti; avranno diverse caratteristiche di elasticità, di resistenza all'acqua, agli sbalzi di temperatura ed alle sollecitazioni meccaniche:

Sigillanti poliuretanici

Costituiti da vari elementi base, potranno essere monocomponenti o bicomponenti.

Caratteristiche: resistenza all'abrasione, agli olii, al fuoco, buona flessibilità ed elasticità.

Sigillanti siliconici

Costituiti da componenti a base di polimeri siliconici.

Caratteristiche: facilità di applicazione anche a varie temperature con notevole escursione (-40°C/+70 °C), resistenza alla luce solare, all'ossidazione, agli agenti atmosferici.

Sigillanti polisolfurici

Costituiti da uno o due componenti a base di polimeri polisolfurici.

Caratteristiche: resistenza ai solventi, ai carburanti, alle atmosfere aggressive ed ai raggi ultravioletti.

Guarnizioni

Materiali costituiti da composti plastici (PVC o poliuretano espanso) o prodotti elastomerici (copolimeri, policloroprene, etc.) avranno ottima elasticità, resistenza alle sollecitazioni meccaniche ed agli agenti esterni.

Guarnizioni in pvc

Costituite da cloruro di polivinile ad alto peso molecolare.

Caratteristiche: resistenza agli acidi e basi, agli agenti ossidanti ed all'invecchiamento; temperature d'impiego comprese tra -20°C e +50°C.

Guarnizioni in poliuretano espanso

Costituite da poliuretano espanso, a celle aperte, imbevuto con miscela bituminosa.

Caratteristiche: resistenza agli acidi e basi, agli agenti atmosferici ed alle temperature fino a 100°C.

Guarnizioni policloropreniche

Costituite da composti solido-elastici di policloroprene.

Caratteristiche: resistenza alle basse temperature (-20°C), all'usura meccanica, agli agenti

chimici e inoltre, autoestinguenti.

Guarnizioni in etilene-propilene

Costituite da materiale preformato in etilene-propilene.

Caratteristiche: recupero elastico alle sollecitazioni meccaniche, resistenza alla temperatura da -50°C a +140°C ed all'acqua.

Art. 112 Definizioni e prescrizioni generali per impianti

Ferme restando le disposizioni di carattere generale riportate negli articoli precedenti, tutti gli impianti da realizzare dovranno osservare le prescrizioni del presente capitolato, dei disegni allegati e della normativa vigente; in particolare le reti e le componenti impiantistiche, nonché le lavorazioni necessarie per la predisposizione e la messa in opera delle stesse dovranno essere compatibili con le esigenze di tutela del monumento e garantire il minimo impatto materiale ed estetico sulle parti del complesso interessate da interventi impiantistici.

Le caratteristiche di ogni impianto saranno così definite:

- a) dalle prescrizioni di carattere generale del presente capitolato;
- b) dalle prescrizioni particolari riportate negli elaborati e negli articoli seguenti;
- c) dalle eventuali descrizioni specifiche aggiunte come integrazioni o come allegati al presente capitolato;
- d) da disegni, dettagli esecutivi e relazioni tecniche allegati al progetto.

Resta, comunque, contrattualmente fissato che tutte le specificazioni o modifiche apportate nei modi suddetti fanno parte integrante del presente capitolato.

Tutte le tubazioni od i cavi necessari agli allacciamenti dei singoli impianti saranno compresi nell'Appalto ed avranno il loro inizio dai punti convenuti con le Società fornitrici e, comunque, dovranno essere portati al cancello d'ingresso del lotto o dell'area di edificazione; tali allacciamenti ed i relativi percorsi dovranno comunque essere in accordo con le prescrizioni fissate dal *Direttore dei lavori* e saranno eseguiti a carico dell'*Appaltatore*.

Restano comunque esclusi dagli oneri dell'*Appaltatore* i lavori necessari per l'allaccio della fognatura dai confini del lotto alla rete comunale; in ogni caso l'*Appaltatore* dovrà realizzare, a sue spese, la parte di rete fognante dai piedi di ciascuna unità abitativa fino alle vasche o punti di raccolta costituiti da adeguate canalizzazioni e pozzetti di ispezione con valvole di non ritorno ed un sistema di smaltimento dei rifiuti liquidi concorde con la normativa vigente.

Verifiche e prove preliminari

Durante l'esecuzione dei lavori si dovranno eseguire le verifiche e le prove preliminari di cui appresso:

- a) verifica della qualità dei materiali approvvigionati;
- b) prova preliminare per accertare che le condutture non diano luogo, nelle giunzioni, a perdite (prova a freddo); tale prova andrà eseguita prima della chiusura delle tracce, dei rivestimenti e pavimentazioni e verrà realizzata ad una pressione di 2 Kg./cmq. superiore a quella di esercizio;
- c) prova preliminare di tenuta a caldo e di dilatazione; con tale prova verrà accertato che

- l'acqua calda arrivi regolarmente a tutti i punti di utilizzo;
- d) verifica del montaggio degli apparecchi e della relativa esecuzione in modo da garantire la perfetta tenuta delle giunzioni e la totale assenza di qualunque tipo di inconveniente relativo alla rubinetteria;
 - e) verifica per accertare la resistenza di isolamento da misurare per ogni sezione di impianto, ad interruttori chiusi ma non in tensione, con linee di alimentazione e di uscita collegate con tutte le utilizzazioni connesse, con le lampade dei corpi illuminanti e gli interruttori da incasso in posizione di chiuso;
 - f) verifica per accertare la variazione di tensione da vuoto a carico;
 - g) verifica per accertare il regolare funzionamento degli impianti completati di ogni particolare; tale prova potrà essere eseguita dopo che siano completamente ultimati tutti i lavori e le forniture.
- Le verifiche e le prove di cui sopra, eseguite a cura e spese dell'Appaltatore, verranno eseguite dal *Direttore dei lavori*, in contraddittorio con l'*Appaltatore* stesso, restando quest'ultimo, anche nel caso di esito favorevole delle prove indicate, pienamente responsabile dei difetti o delle imperfezioni degli impianti installati fino al termine del periodo di garanzia.

Art. 113 Impianti idrosanitari

Tutti gli impianti idrosanitari, antincendio e di scarico dovranno osservare le suddette prescrizioni.

Sistema di distribuzione

Il sistema di distribuzione sarà del tipo a pressione proveniente direttamente dall'acquedotto ed intercettabile all'ingresso del lotto.

Nella fase di presentazione l'Appaltatore dovrà eseguire tutti i fori e le asole da realizzare nel getto per il passaggio delle varie tubazioni.

L'*Appaltatore* dovrà inoltre presentare, in sede di offerta, una descrizione dettagliata dei modi di realizzazione dell'impianto.

Reti di distribuzione

Si dovranno prevedere le seguenti reti:

- a) rete di distribuzione acqua fredda al servizio di:
 - alimentazione dei vari apparecchi;
 - alimentazione dell'impianto di innaffiamento;
 - presa intercettabile per eventuale alimentazione piscine/punti esterni;
- b) rete di distribuzione acqua calda per uso igienico;
- c) rete di distribuzione dell'acqua calda per cucina e locale lavanderia;
- d) rete di ricircolo.

Tutte le tubazioni per le reti dovranno essere di acciaio zincato trafilato.

Le giunzioni delle tubazioni in acciaio zincato saranno realizzate esclusivamente con raccordi e pezzi speciali in ghisa malleabile zincati a bagno.

I raccordi saranno tutti filettati a manicotto e sarà vietata, nel caso di tubazioni in acciaio, la saldatura.

Le tubazioni dell'acqua fredda saranno coibentate con guaina in schiuma poliuretanica di

adeguato spessore; le tubazioni dell'acqua calda e del ricircolo saranno coibentate come sopra indicato, negli spessori conformi alla normativa vigente sui consumi energetici.

Le tubazioni verticali ed orizzontali dovranno essere sostenute da staffe e nell'attraversamento di pavimenti o pareti dovranno essere protette con idoneo materiale incombustibile per evitare il passaggio del fuoco.

Le tubazioni utilizzate per la realizzazione di impianti di adduzione dell'acqua devono essere conformi alle seguenti prescrizioni:

- UNI 6363 e suo FA 199-86 ed UNI 8863 e suo FA 1-89 per i tubi di acciaio;
- UNI EN ISO 6507-1 per i tubi in rame;
- UNI 7441 e UNI 7612 e suo FA 1-94 (entrambi del tipo PN 10) per le tubazioni in PVC polietilene ad alta densità (Pead).

Sulla sommità delle colonne montanti dovranno installarsi barilotti ammortizzatori in acciaio zincato e dovrà essere assicurata la continuità elettrica delle tubazioni nei punti di giunzione, derivazione ed installazione di valvole.

Dopo la posa in opera e prima della chiusura delle tracce o dei rinterri le tubazioni dovranno essere poste sotto carico alla pressione nominale delle valvole di intercettazione, per almeno 12 ore per verificare l'assenza di perdite; dopo le prime ore dall'inizio della prova non dovrà rilevarsi sul manometro di controllo nessun calo di pressione.

Le tubazioni, prima del montaggio della rubinetteria, dovranno essere lavate internamente per asportare i residui della lavorazione.

Le schemature di adduzione interne, al servizio dei locali con apparecchiature, saranno realizzate con tubazioni in polietilene reticolato di qualità certificata, faranno capo a collettori di derivazione in ottone atossico con intercettazione per ogni singola utenza.

Per il dimensionamento delle tubazioni, sia in acciaio zincato che in polietilene reticolato si dovranno assumere i seguenti valori di portata dell'acqua fredda per le varie utenze:

Tipo di apparecchio velocità

lt/sec.

vaso igienico 0,10

lavabo 0,10

bidet 0,10

lavello 0,15

doccia 0,15

vasca da bagno 0,30

vasca idromassaggi 0,30

presa per lavaggio pavimenti 0,15

presa per lavatrice 0,10

presa per lavastoviglie 0,10

Per l'acqua calda ad uso igienico è richiesta una rete di alimentazione ad una temperatura di 60 ° C; per l'acqua calda destinata alla cucina ed al locale lavanderia è richiesta una rete di alimentazione alla temperatura di 80 ° C.

Per l'acqua calda agli utilizzi dovrà essere considerata una portata pari all'80% della corrispondente per l'acqua fredda.

Determinata la portata di ogni singola diramazione, le portate da assumere per i tratti di

colonne e dei collettori principali dovranno essere state calcolate moltiplicando la somma delle portate contemporanee delle varie diramazioni alimentate dal tratto per un coefficiente di contemporaneità ricavabile dalla seguente tabella:

Numero di diramazioni alimentate dal tratto 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Percentuale di contemporaneità 100 90 85 80 75 70 67 64 60 55

Sulla base delle portate contemporanee, il diametro delle varie tubazioni dovrà essere tale che la velocità dell'acqua in esse non superi il valore di 2 mt./sec. e che sia decrescente nelle diramazioni fino ad un minimo di 0,5 mt./sec., restando fissato che le perdite di carico debbano assumere valori tali da garantire, a monte del rubinetto più distante, una pressione non inferiore a 1,5 mt.

Per la distribuzione dell'acqua calda saranno realizzate due reti indipendenti come precedentemente specificato.

La miscelazione avverrà tramite miscelatori termostatici applicati nei punti di utilizzo, oppure tramite valvola miscelatrice a tre vie con sonda di temperatura.

Nel caso di impianti autonomi, il produttore d'acqua calda dovrà essere del tipo ad accumulo in acciaio zincato a caldo con fluido primario prodotto dalla caldaia nel cui vano superiore troverà sede il medesimo produttore; il complesso verrà installato nel locale centrale termica.

Le reti di distribuzione dell'acqua calda saranno realizzate a circolazione continua in modo che l'acqua raggiunga qualunque punto di erogazione alla temperatura di regime in un tempo massimo di 15 sec.

Dovrà essere realizzato, inoltre, un impianto di decalcificazione con scambiatore di calore.

Per ottenere la circolazione continua il sistema di produzione d'acqua calda sarà dotato di due elettropompe ognuna con portata pari a quella necessaria al ricircolo e con funzione di riserva l'una dell'altra.

Alla base delle colonne montanti saranno posizionate saracinesche di intercettazione in bronzo.

Le tubazioni in acciaio zincato poste sottotraccia dovranno essere protette, oltre alla coibentazione, con due mani di vernice antiruggine.

Condutture di scarico e di ventilazione

Le tubazioni di scarico degli apparecchi igienico-sanitari saranno realizzate in Geberit e collegate con colonne di scarico che dovranno essere disposte perfettamente in verticale; dove siano presenti delle riseghe nei muri i raccordi verranno eseguiti con pezzi speciali e, in corrispondenza di ogni piano, dovranno essere provviste di un tappo di ispezione.

La rete delle tubazioni comprende:

- a) le diramazioni ed i collegamenti orizzontali;
- b) le colonne di scarico (raccolta verticale);
- c) i collettori di scarico (rete esterna).

Le diramazioni di scarico avranno pendenze non inferiori all'1,5% ed angoli di raccordo di 45°; tutti i collegamenti, giunti e saldature dovranno essere a perfetta tenuta idraulica.

Tutte le scatole sifonate saranno poste in opera in piano perfetto con il pavimento e raccordate senza difetti di alcun genere.

Ogni colonna dovrà avere il diametro costante e sarà dotata, alla base, di sifone con tappo di

ispezione alloggiato in pozzetto asciutto. Tale pozzetto sarà collegato, con tubi in PVC rigido, ai pozzetti sifonati posti ai piedi delle altre colonne di scarico ed ai pozzetti di linea necessari al collegamento con la rete fognante.

Le tubazioni di collegamento dei vari pozzetti dovranno avere un diametro minimo di 110 mm. e pendenza non inferiore al 2%, l'allaccio in fogna dovrà essere a perfetta tenuta idraulica. Le dimensioni dei pozzetti dovranno essere da un minimo di 40 x 40 ad un massimo di 60 x 60 secondo le varie profondità.

Sarà realizzata la rete fognante fino al punto di allaccio con la fognatura esterna, completa di pozzetti posti nei punti di incrocio o confluenza delle tubazioni, di scavo, rinterro ed allaccio al collettore.

Le colonne di scarico dovranno essere prolungate oltre il piano di copertura degli edifici, avere esalatori per la ventilazione, essere opportunamente ispezionabili e protette con cappelli esalatori.

Tutte le colonne di scarico saranno opportunamente coibentate per l'abbattimento dei rumori. I fori di passaggio della colonna sulla copertura dovranno essere protetti con converse di materiale idoneo.

Ad ogni colonna di scarico si affiancherà quella di ventilazione primaria che si innesterà su quella di scarico nella parte superiore a circa due metri sopra l'apparecchio più alto, ed in basso ad almeno 50 cm. sotto l'apparecchio più basso.

Le tubazioni di scarico dei servizi igienici, le derivazioni delle colonne di scarico e le colonne di scarico saranno realizzate in tubazioni di polipropilene autoestinguente (Geberit) per temperature di acque di scarico fino a 120 ° C., con giunzioni a saldare dotate, lungo il loro percorso verticale, di manicotto d'innesto per le diramazioni.

Il collegamento alla colonna di scarico sarà diretto per i vari sanitari ad eccezione delle vasche e delle docce che si collegheranno alla cassetta sifonata in polipropilene autoestinguente innestata nel bocchettone di scarico degli apparecchi o, in loro assenza, direttamente alla colonna di scarico.

In linea di massima i diametri delle tubazioni di scarico dei singoli apparecchi saranno i seguenti:

Apparecchi diametri

lavabo 40 mm.

bidet 40 mm.

vasche 50 mm.

doccia 50 mm.

lavello 40 mm.

vaso 110 mm.

presa lavaggio 50 mm.

presa lavatrice 40 mm.

presa lavastoviglie 40 mm.

In corrispondenza delle docce e nei servizi con prese per lavaggio pavimento, verranno installate pilette sifonate a pavimento in polipropilene autoestinguente per la raccolta delle acque di lavaggio.

Le colonne di scarico avranno un diametro di 110 mm.; dalle colonne della ventilazione

primaria partiranno le derivazioni per la realizzazione della rete di ventilazione secondaria a tutti gli apparecchi igienici e predisposizioni di scarico.

Le tubazioni per la ventilazione primaria e secondaria saranno realizzate in PVC di tipo leggero.

Tutte le tubazioni verticali dovranno essere sostenute da staffe a collare in ferro zincato.

Le tubazioni nell'attraversamento dei muri, pavimenti e pareti di divisione dovranno essere protette con idoneo materiale incombustibile per evitare il passaggio di fiamme o fumo.

apparecchi igienici e rubinetteria

Gli apparecchi sanitari saranno posti in opera nei modi indicati dal Direttore dei lavori e le eventuali diversità dai disegni di progetto non costituiranno alcuna ragione per la richiesta di compensi speciali.

Gli apparecchi a pavimento verranno fissati con viti di acciaio su tasselli, non di legno, predisposti a pavimento; salvo disposizioni particolari, è vietato il fissaggio di tali elementi con malte od altri impasti.

Caratteristiche di allaccio di apparecchi igienici Tutti gli allacci degli apparecchi igienici dovranno essere predisposti a valle delle valvole di intercettazione situate nel locale di appartenenza degli apparecchi stessi e dovranno comprendere:

- a) le valvole di intercettazione;
- b) le tubazioni in acciaio zincato FM oppure in polipropilene per distribuzione acqua calda e fredda;
- c) il rivestimento delle tubazioni acqua calda con guaina isolante in materiale sintetico espanso autoestinguente;
- d) spessore dell'isolante conforme alla normativa vigente;
- e) tubazioni di scarico in polietilene ad alta densità fino alla colonna principale di scarico.

Apparecchi in materiale ceramico

Gli apparecchi igienici in materiale ceramico saranno conformi alla normativa vigente ed alle specifiche prescrizioni relative; in particolare avranno una perdita di massa dello smalto all'abrasione non superiore a 0,25g., un assorbimento d'acqua non superiore allo 0,5% (per la porcellana dura) ed una resistenza a flessione non inferiore a 83 N/mmq. (8,5 Kgf/mmq.).

Le dimensioni, le modalità di eventuali prove e la verifica della rispondenza alle caratteristiche fissate saranno eseguite nel rispetto delle norme citate.

- Vaso igienico all'inglese (tipo a cacciata) in porcellana vetrificata bianca da porre in opera con sigillature in cemento bianco o collanti a base di silicone, fissato con viti, borchie, guarnizioni e anello in gomma compresi i collarini metallici di raccordo con l'esalatore ed al tubo dell'acqua di lavaggio.
- Bidet in porcellana vetrificata bianca da fissare con viti, borchie ed apposite sigillature compresi i collegamenti alle tubazioni di adduzione e scarico, piletta da 1" e scarico automatico a pistone.
- Lavabo di porcellana vetrificata bianca da mettere in opera su mensole di sostegno o su colonna di appoggio in porcellana oppure con incassi o semincassi su arredi predisposti completo di innesti alle tubazioni di adduzione e deflusso, scarico a pistone, sifone e

raccorderie predisposte per gResponsabile Unico del Provvedimentopo miscelatore.

- Piatto doccia in acciaio porcellanato bianco posto in opera con piletta a griglia, tubazioni, raccorderie e predisposizione per il gResponsabile Unico del Provvedimentopo miscelatore di comando e l'attacco per il soffione di uscita dell'acqua.
- Cassetta di scarico in porcellana vetrificata bianca della capacità di lt. 13 ca. completa di tubo di cacciata in acciaio zincato, apparecchiatura di regolazione e comando, rubinetto a galleggiante, raccordi, guarnizioni, pulsante metallico di manovra e collegamenti con il vaso relativo.
- Cassetta di scarico in PVC tipo "Geberit", ad incasso totale nella muratura retrostante il vaso relativo completa di regolazione entrata acqua, raccordi e tubazioni di collegamento, pulsante di manovra in plastica e relativi fissaggi.

Le caratteristiche degli apparecchi sanitari in ceramica dovranno essere rispondenti alle norme:

UNI 8949/1 per i vasi;

UNI 4543/1 e 8948/1 per gli orinatoi;

UNI 8951/1 per i lavabi;

UNI 8950/1 per i bidet;

UNI 4543/1 per gli altri apparecchi.

Per gli apparecchi a base di materie plastiche dovranno essere osservate le seguenti norme:

UNI EN 263 per le lastre acriliche colate per vasche da bagno e piatti doccia;

UNI 8194 per i lavabi di resina metacrilica;

UNI 8196 per i vasi di resina metacrilica;

UNI EN 198 per vasche di resina metacrilica;

UNI 8192 per i piatti doccia di resina metacrilica;

UNI 8195 per i bidet di resina metacrilica.

apparecchi in metallo porcellanato

Il materiale di supporto degli apparecchi igienici in metallo porcellanato potrà essere acciaio o ghisa e lo smalto porcellanato dovrà avere, in conformità alla normativa vigente, una resistenza all'attacco acido per quantità pari al 9%, alla soda nel valore di 120g/mq. al giorno ed alle sollecitazioni meccaniche nei termini adeguati alle modalità d'impiego.

Rubinerie

Tutte le caratteristiche delle rubinetterie dovranno corrispondere alla normativa vigente ed alle prescrizioni specifiche; dovranno avere resistenza a pressioni non inferiori a 15,2 bar (15 atm.) e portata adeguata.

Le rubinetterie potranno avere il corpo in ottone o bronzo (secondo il tipo di installazione) ed i pezzi stampati dovranno essere stati trattati termicamente per evitare l'incrudimento; tutti i meccanismi e le parti di tenuta dovranno avere i requisiti indicati e, salvo altre prescrizioni, le parti in vista saranno trattate con nichelatura e cromatura in spessori non inferiori a 8 e 0,4 micron rispettivamente.

Le rubinetterie, a valvola o saracinesca, di rete e le rubinetterie degli apparecchi sanitari dovranno permettere il deflusso della quantità d'acqua richiesta, alla pressione fissata, senza perdite o vibrazioni.

Nella esecuzione dei montaggi dovrà essere posta la massima cura affinché l'installazione

delle rubinetterie, apparecchiature, accessori, pezzi speciali, staffe di ancoraggio, etc. avvenga in modo da evitare il formarsi di sporgenze ed affossamenti nelle superfici degli intonaci e dei rivestimenti e che la tenuta sia perfetta.

La pressione di esercizio, salvo diverse prescrizioni, non dovrà mai superare il valore di 4,9 bar (5 atmosfere).

Gli eventuali serbatoi di riserva dovranno avere capacità non inferiore a 300 litri, saranno muniti di coperchio, galleggiante di arresto, tubo di troppopieno, etc. e verranno posti in opera a circa 40 cm. dal pavimento.

Le cabine idriche dovranno essere chiuse, avere pavimentazione impermeabilizzata con pendenza verso le pilette di scarico ed essere protette contro il gelo.

Se richieste, le cisterne di riserva dovranno essere inserite in parallelo sulle tubazioni di immissione e ripresa ed avere le caratteristiche specificate.

Nel caso di rubinetti singoli e apparecchi miscelatori dovranno essere osservate le specifiche indicate dalla norma UNI EN 200.

Impianti per acqua calda sanitaria

- 1) Impianto di produzione di acqua calda sanitaria costituito da uno o più scaldacqua elettrici (con capacità 10-15-30-50-80-100 litri) o termoelettrici (con capacità 50-80-100 litri), con caldaia vetroporcellanata collaudata per 8,0 bar e garantita 10 anni, corredati ciascuno di resistenza elettrica di potenza massima 1,40 kW, termostato di regolazione, termometro, staffe di sostegno, valvole di sicurezza, flessibili di collegamento, valvola di intercettazione a sfera sull'ingresso dell'acqua fredda, tubazioni sottotraccia per il collegamento alla rete idrica ed al circuito di riscaldamento tramite tubi di rame o di ferro isolati e valvola ad angolo con detentore, impianto elettrico per il collegamento degli scaldacqua compreso l'interruttore con fusibili a servizio di ciascun apparecchio, con le opere murarie per la predisposizione delle tubazioni, per il fissaggio degli scaldacqua, per l'apertura e chiusura di tracce compreso il ripristino dell'intonaco, la rasatura e l'eventuale tinteggiatura.
- 2) Impianto di produzione di acqua calda sanitaria con bollitore per potenze da 15 a 200 kW realizzato nel locale centrale termica, costituito da bollitore a scambio rapido in acciaio zincato PN6 di capacità non inferiore a 8,5 l/kW, corredato di scambiatore estraibile a tubi di acciaio o ad intercapedine dimensionato per fornire la potenza richiesta con primario 90/70 °C e secondari o 15/45 °C, tubazioni in acciaio nero fra primario scambiatore e collettori di andata e ritorno, tubazioni in acciaio zincato per arrivo, partenza e ricircolo acqua sanitaria, rivestimento isolante del bollitore e delle tubazioni conforme all'art. 5 D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412, n. 2 elettropompe di cui n.1 per il circuito primario e n. 1 per il ricircolo, termoregolazione composta da termostato ad azione on-off sull'elettropompa del primario, valvole ed accessori necessari alla corretta installazione e funzionalità compreso il vaso di espansione di adeguata capacità, impianto elettrico per il collegamento di tutte le apparecchiature compresa la quota parte del quadro di centrale termica. Sono, inoltre, incluse tutte le opere murarie per la predisposizione delle tubazioni, l'assistenza alla posa dell'impianto elettrico, per l'apertura e chiusura di tracce compreso il ripristino dell'intonaco, la rasatura e l'eventuale tinteggiatura.

3) Impianto di produzione di acqua calda sanitaria con bollitori per potenze da 60 kW in su, realizzato nel locale centrale termica, costituito da uno o più bollitori a scambio rapido in acciaio zincato PN6 di capacità totale non inferiore a 10 l/kW, corredato di scambiatori estraibili in acciaio dimensionati per fornire in totale la potenza richiesta con primario 90/70 °C e secondario 15/45 °C, tubazioni in acciaio nero fra primario scambiatori e collettori di andata e ritorno, tubazioni in acciaio zincato per arrivo, partenza e ricircolo acqua sanitaria, rivestimento isolante dei bollitori e delle tubazioni conforme all'art. 5 d.P.R. 26 agosto 1993, n. 412, n. 4 elettropompe di cui n.2 per il circuito primario e n. 2 per il ricircolo, termoregolazione composta da termostato ad azione on-off sull'elettropompa del primario, valvole ed accessori necessari alla corretta installazione e funzionalità compresi i vasi di espansione di adeguata capacità, impianto elettrico per il collegamento di tutte le apparecchiature compresa la quota parte del quadro di centrale termica. Sono, inoltre, incluse tutte le opere murarie per la predisposizione delle tubazioni, l'assistenza alla posa dell'impianto elettrico, per l'apertura e chiusura di tracce compreso il ripristino dell'intonaco, la rasatura e l'eventuale tinteggiatura.

Impianto di produzione di acqua calda sanitaria con scambiatore a piastre per potenze da 15 a 200 kW realizzato nel locale centrale termica, costituito da scambiatore a piastre in acciaio inox AISI 316-PN16 dimensionato per fornire la potenza richiesta con primario 85/55 °C e secondario 25/55 °C, serbatoio di accumulo in acciaio zincato PN16 di capacità non inferiore a 3,5 l/kW completo di termometro, tubazioni in acciaio nero fra primario scambiatore e collettori di andata e ritorno, tubazioni in acciaio zincato fra secondario e scambiatore e serbatoio di accumulo nonché per arrivo, partenza e ricircolo acqua sanitaria, rivestimento isolante del serbatoio di accumulo e delle tubazioni conforme all'art. 5 d.P.R. 26 agosto 1993, n. 412, n. 3 elettropompe di cui n.1 per il circuito primario, n. 1 per l'acqua sanitaria del circuito secondario e n. 1 per il ricircolo, termoregolazione composta da termostato ad azione on-off sulle elettropompe del primario e secondario, valvole ed accessori necessari, impianto elettrico per il collegamento di tutte le apparecchiature compresa la quota parte del quadro di centrale termica. Sono, inoltre, incluse tutte le opere murarie per la predisposizione delle tubazioni, l'assistenza alla posa dell'impianto elettrico, per l'apertura e chiusura di tracce compreso il ripristino dell'intonaco, la rasatura e l'eventuale tinteggiatura.

Impianto di produzione di acqua calda sanitaria con scambiatore a piastre per potenze da 60 kW in su realizzato nel locale centrale termica, costituito da scambiatore a piastre in acciaio inox AISI 316-PN16 dimensionato per fornire la potenza richiesta con primario 85/55 °C e secondario 25/55 °C, serbatoio di accumulo in acciaio zincato PN16 di capacità non inferiore a 3,5 l/kW completo di termometro, tubazioni in acciaio nero fra primario scambiatore e collettori di andata e ritorno, tubazioni in acciaio zincato fra secondario e scambiatore e serbatoio di accumulo nonché per arrivo, partenza e ricircolo acqua sanitaria, rivestimento isolante del serbatoio di accumulo e delle tubazioni conforme all'art. 5 d.P.R. 26 agosto 1993, n. 412, n. 6 elettropompe di cui n.2 per il circuito primario, n. 2 per l'acqua sanitaria del circuito secondario e n. 2 per il ricircolo, termoregolazione composta da regolatore elettronico con sonda ad immersione e valvola a tre vie con servomotore modulante installata sul primario, valvole ed accessori

necessari, impianto elettrico per il collegamento di tutte le apparecchiature compresa la quota parte del quadro di centrale termica.

Sono, inoltre, incluse tutte le opere murarie per la predisposizione delle tubazioni, l'assistenza alla posa dell'impianto elettrico, per l'apertura e chiusura di tracce compreso il ripristino dell'intonaco, la rasatura e l'eventuale tinteggiatura.

6) Scaldacqua elettrico o termoelettrico da installare a vista costituito da caldaia vetroporcellanata con garanzia di 5 anni collaudata per resistere ad una pressione di 8,0 bar, resistenza elettrica con potenza massima di 1,40 kW, termostato di regolazione, termometro, staffe di sostegno, valvola di sicurezza, flessibili di collegamento alla rete idrica, valvola di intercettazione a sfera sull'ingresso dell'acqua fredda, compreso il fissaggio, i collegamenti idrici ed elettrici e le opere murarie con le seguenti caratteristiche:

- a) scaldacqua verticale elettrico da litri 10;
- b) scaldacqua verticale elettrico da litri 15;
- c) scaldacqua verticale elettrico da litri 30;
- d) scaldacqua verticale elettrico da litri 50;
- e) scaldacqua verticale elettrico da litri 80;
- f) scaldacqua verticale elettrico da litri 100;
- g) scaldacqua verticale termoelettrico da litri 50;
- h) scaldacqua verticale termoelettrico da litri 80;
- i) scaldacqua verticale termoelettrico da litri 100;
- l) scaldacqua orizzontale elettrico da litri 80;
- m) scaldacqua orizzontale elettrico da litri 100.

Trattamento dell'acqua

1) Filtro dissabbiatore per acqua fredda a calza lavabile, PN10, costituito da testata in bronzo, calza filtrante lavabile da 50 micron, coppa trasparente, attacchi filettati con le seguenti caratteristiche:

Diametro nominale Portata nominale

- 15 mm. (1/2") 1 mc/h.
- 20 mm. (3/4") 2,5 mc/h.
- 25 mm. (1") 3,5 mc/h.
- 32 mm. (1"1/4) 4,5 mc/h.
- 40 mm. (1"1/2) 10 mc/h.
- 50 mm. (2") 15 mc/h.

2) Filtro dissabbiatore autopulente automatico per acqua fredda e calda, PN16, costituito da corpo in ghisa, calze filtranti in acciaio inox, dispositivo automatico a tempo per il comando del lavaggio in controcorrente delle calze filtranti, attacchi flangiati con le seguenti caratteristiche:

Diametro nominale Portata nominale

- 65 mm. (2"1/2) 25 mc/h.
- 80 mm. (3") 35 mc/h.
- 100 mm. (4") 50 mc/h.
- 125 mm. (5") 70 mc/h.

150 mm. (6") 100 mc/h.

200 mm. (8") 160 mc/h.

- 3) Addolcitore domestico a colonna semplice con rigenerazione comandata a tempo, costituito da contenitore PN6, gResponsabile Unico del Provvedimento valvole automatiche per l'effettuazione della rigenerazione, timer a programma giornaliero/settimanale per il comando delle fasi di rigenerazione, serbatoio del sale, attacchi filettati.

Tubazioni per impianti idrici-riscaldamento

Le tubazioni per impianti idrici e di riscaldamento saranno conformi alle specifiche della normativa vigente in materia ed avranno le caratteristiche indicate dettagliatamente nelle descrizioni delle opere relative; i materiali utilizzati per tali tubazioni saranno, comunque, dei tipi seguenti:

- a) tubazioni in acciaio nero FM, serie UNI 3824-68;
- b) tubazioni in rame ricotto fornite in rotoli;
- c) tubazioni in rame crudo fornite in barre;
- d) tubazioni in polietilene ad alta densità (PEad PN 16) UNI 7611 tipo 312.

Tubazioni per impianti idrici

Le tubazioni per impianti idrici saranno conformi alle specifiche della normativa vigente in materia ed avranno le caratteristiche indicate dettagliatamente nelle descrizioni riportate in questo articolo; i materiali utilizzati per tali tubazioni saranno, comunque, dei tipi seguenti:

- a) tubazioni in ghisa sferoidale UNI ISO 2531;
- b) tubi in acciaio saldati;
- c) tubi di resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV), UNI 9032 e 9033 (classe A);
- d) tubazioni in polietilene ad alta densità (PEad PN 16) UNI 7611 tipo 312;
- e) tubazioni in polipropilene.

Giunto a flangia

Sarà formato da due flange, poste all'estremità dei tubi, e fissate con bulloni e guarnizioni interne ad anello posizionate in coincidenza del diametro dei tubi e del diametro tangente ai fori delle flange.

Gli eventuali spessori aggiuntivi dovranno essere in ghisa.

Giunto elastico con guarnizione in gomma

Usato per condotte d'acqua ed ottenuto per compressione di una guarnizione di gomma posta all'interno del bicchiere nell'apposita sede.

Tubazioni in pvc

Le tubazioni in cloruro di polivinile saranno usate negli scarichi per liquidi con temperature non superiori ai 70 °C. I giunti saranno del tipo a bicchiere incollato, saldato, a manicotto, a vite ed a flangia.

Tubi in polietilene

Saranno realizzati mediante polimerizzazione dell'etilene e dovranno essere conformi alla normativa vigente ed alle specifiche relative (PEad PN 16) UNI 7611 tipo 312 per i tubi ad alta densità. Avranno, inoltre, una resistenza a trazione non inferiore a 9,8/14,7

N/mmq. (100/150 Kg./cmq.), secondo il tipo (bassa o alta densità), resistenza alla temperatura da -50 °C a +60 °C e saranno totalmente atossici.

Valvole

Le valvole a saracinesca frangiate per condotte d'acqua devono essere conformi alla norma UNI 7125 e suo FA 109-82; le valvole disconnettitrici a tre vie contro il ritorno di flusso e zone di pressione ridotta devono essere conformi alla norma UNI 9157.

Elettropompe

Le pompe devono rispondere alle prescrizioni previste dal progetto e rispondere alle norme UNI ISO 2548 e UNI ISO 3555.

Gruppo di sollevamento

Il gruppo di sollevamento acqua per piccoli impianti è costituito da un'elettropompa di tipo autoadescante con motore monofase, serbatoio pressurizzato a membrana idoneo per impieghi alimentari, manometro, impianto elettrico completo di telesalvomotore, pressostati, cavo di collegamento all'elettropompa e morsettiera.

Art. 114 Raccolta acque pluviali

Le reti di raccolta delle acque pluviali saranno realizzate con le stesse caratteristiche di tenuta ed ispezionabilità descritte per quelle di scarico, saranno inoltre conformi alle precedenti prescrizioni sulle coperture e le tubazioni ed in accordo con le eventuali specifiche aggiuntive; dovranno, inoltre, essere completamente separate dalle tubazioni destinate alla raccolta delle acque di rifiuto, fino agli allacci esterni.

Gli impianti e i loro componenti per la raccolta e il deflusso delle acque meteoriche dovranno essere conformi alle prescrizioni della norma UNI 9184 e suo FA 1-93.

Converse e compluvi

Converse e compluvi realizzati in lamiera di ferro zincato o rame dello spessore di 6/10 di mm. tagliate e sagomate secondo le prescrizioni progettuali, complete di saldature, chiodature ed una mano di verniciatura antiossidante al cromato di zinco.

Canale di gronda

Canale di gronda in lamiera di ferro zincato o rame di spessore di 6/10 di mm. con bordo a cordone, completo delle lavorazioni e saldature, staffe di ferro (cicogne) murate o chiodate ad una distanza non superiore a mt. 1,30 l'una dall'altra, di legature in filo di ferro zincato o rame ed una mano di verniciatura antiossidante al cromato di zinco.

Art. 115 Impianti per fognature

Canalizzazioni

Tutte le canalizzazioni fognarie dovranno essere in conformità con le specifiche progettuali e le prescrizioni del presente capitolato; il dimensionamento sarà eseguito secondo le condizioni di portata più sfavorevoli, l'impianto nel suo insieme ed in ogni sua parte dovrà essere realizzato con caratteristiche di resistenza chimico fisiche adeguate.

Le canalizzazioni dovranno essere in gres, in cemento rivestito in gres, in plastiche speciali o altro materiale approvato dalle suddette specifiche o dal Direttore dei lavori, dovranno essere opportunamente protette ed avere pendenze tali da impedire la formazione di depositi.

Le canalizzazioni impiegate dovranno essere totalmente impermeabili alla penetrazione di acqua dall'esterno ed alla fuoriuscita di liquidi dall'interno, e saranno resistenti alle azioni di tipo fisico, chimico e biologico provocate dai liquidi convogliati al loro interno. Tali caratteristiche dovranno essere rispettate anche per i giunti ed i punti di connessione.

Le pendenze non dovranno mai essere inferiori all'1% (0,5% nel caso di grandi collettori), valore che dovrà essere portato al 2% nel caso di tubazioni in cemento usate per lo scarico di acque pluviali.

Per la distribuzione interna delle reti di scarico vale quanto previsto, a riguardo, negli impianti idrosanitari.

Tutti i piani di scorrimento delle canalizzazioni fognarie dovranno essere perfettamente livellati in modo da mantenere la pendenza di deflusso costante e senza interruzioni.

Le eventuali stazioni di sollevamento dovranno avere tipo e numero di macchine tali da garantire un periodo di permanenza, nelle vasche di raccolta, inferiore ai tempi di setticizzazione.

Gli scavi contenenti tubazioni fognarie dovranno sempre trovarsi ad un livello inferiore delle condotte dell'acqua potabile e non dovranno esserci interferenze con alcun altro impianto.

La profondità e le modalità di posa delle tubazioni saranno in relazione con i carichi sovrastanti e le caratteristiche del terreno, si dovranno, inoltre, prevedere adeguate protezioni e pozzetti di ispezione praticabili nei punti di raccordo e lungo la rete.

Le tubazioni, sia per le reti fognarie che per le acque pluviali, saranno realizzate nei materiali indicati, avranno diametri non inferiori a 30 cm., dovranno essere integre e poste in opera nei modi indicati dal *Direttore dei lavori*, avere giunzioni a tenuta.

Le tubazioni per gli impianti di scarico dovranno rispondere alle seguenti specifiche:

- UNI 6363 e suo FA 199-86 e UNI 8863 e suo FA 1-89 per le tubazioni in acciaio zincato;
- UNI ISO 5256, UNI 5745, UNI 9099, UNI 10416-1 per le tubazioni in acciaio rivestito;
- UNI ISO 6594 per i tubi in ghisa;
- UNI 7527/1 per i tubi in piombo;
- UNI EN 295 parti 1-3 per i tubi in gres;
- UNI EN 588-1 per i tubi in fibrocemento;
- UNI 9534 e SS UNI E07.04.088.0 per i tubi in calcestruzzo;
- SS UNI E07.04.064.0 per i tubi in calcestruzzo armato;
- UNI 7443 e suo FA 178-87 per i tubi in PVC;
- UNI 7613 per i tubi in polietilene;
- UNI 8319 e suo FA 1-91 per i tubi in polipropilene;
- UNI 8451 per i tubi in polietilene ad alta densità.

Le canalizzazioni per i grandi collettori, di sezione ovoidale od altro tipo, saranno realizzate con getti in opera od elementi prefabbricati con il piano di scorrimento rivestito nei modi e con il materiale prescritto (gres ceramico, etc.).

Le pendenze e le caratteristiche dei pozzetti (tubazioni in entrata ed in uscita) dovranno impedire la formazione di depositi.

Tutti i pozzetti dovranno essere realizzati in conglomerato cementizio o prefabbricati, saranno collocati agli incroci delle canalizzazioni o lungo la rete, saranno ispezionabili e

con botole di chiusura in metallo o altri materiali (in rapporto alle condizioni di carico); i pozzetti posti lungo la rete avranno una distanza di ca. 30 mt. l'uno dall'altro.

I pozzetti stradali, realizzati in conglomerato cementizio o prefabbricati, saranno del tipo a caduta verticale con griglia e camera sifonata oppure del tipo a bocca di lupo con chiusino.

Le fosse biologiche, le vasche settiche e gli impianti di depurazione saranno realizzati, in accordo con i progetti esecutivi, in cemento armato con tutte le predisposizioni necessarie all'installazione degli apparati costituenti l'impianto.

Il collaudo sarà eseguito in corso d'opera ed a lavori ultimati, riguarderà tratti di rete che saranno controllati prima del riempimento e l'impianto nel suo insieme.

Tubazioni per fognature

Le tubazioni per fognature saranno conformi alle specifiche della normativa vigente in materia ed avranno le caratteristiche indicate dettagliatamente nel presente capitolo; i materiali utilizzati per tali tubazioni saranno, comunque, dei tipi seguenti:

- a) tubi in cemento vibrocompresso;
- b) tubi di resine termoindurenti rinforzate con fibre di vetro (PRFV), UNI 9032 e 9033 (classe A);
- c) tubazioni in PVC.

Le caratteristiche di ciascun tipo di tubazione saranno definite dalla normativa vigente e dalle specifiche particolari previste per i diversi tipi di applicazioni o impianti di utilizzo.

Tubazioni in pvc

Le tubazioni in cloruro di polivinile plastificato rigido con caratteristiche conformi alle norme UNI 7447/75, 7448/75 con marchio di conformità e giunto del tipo a bicchiere incollato, saldato, a manicotto, a vite ed a flangia, complete di anello elastomerico che potranno essere posizionate a qualsiasi profondità dopo aver preparato il piano di posa attraverso la fornitura e la stesa di un letto di sabbia, la realizzazione del rinfilanco e la ricopertura con sabbia asciutta; tali tubazioni saranno usate negli scarichi per liquidi con temperature non superiori ai 70 °C.

Pozzetti

Dovranno essere del tipo prefabbricato in calcestruzzo diaframmati e non, da fornire in opera completi con tutte le operazioni di innesto, saldatura delle tubazioni, scavi, rinterri ed eventuali massetti.

Chiusini e griglie in ferro

Saranno realizzati con profili battentati in ferro, parti apribili ed eventuali chiavi di sicurezza oltre ad una mano di smalto o vernici antiossidanti.

Art. 116 Impianto antincendio - Opere per la prevenzione incendi

Nei locali o parti di edifici sottoposti all'applicazione della normativa per la prevenzione degli incendi dovranno, conformemente alle prescrizioni progettuali, essere realizzate tutte quelle opere necessarie a garantire l'effettiva tenuta, in caso d'incendio, delle strutture o materiali interessati.

L'impianto antincendio, dove previsto, dovrà avere una rete di distribuzione indipendente

con colonne montanti di diametro non inferiore a 70 mm., avere prese ai vari piani con rubinetti e tubazioni in canapa di diametro non inferiore a 45 mm..

In corrispondenza dell'ingresso degli edifici o nei punti disposti dal Direttore dei lavori, la rete dovrà avere una o più prese per l'innesto del tubo premente delle autopompe dei Vigili del Fuoco per la fornitura di acqua agli idranti; la presa avrà una valvola di ritenuta a monte della derivazione, sulla tubazione principale, ed una valvola di sicurezza con allacciamento allo scarico.

Gli idranti saranno posizionati, salvo altre prescrizioni, sui pianerottoli delle scale, nelle zone di percorso principali, in corrispondenza delle entrate delle autorimesse interrato ed alloggiati in contenitori incassati con sportello frontale in vetro; ogni gruppo comprenderà il rubinetto idrante a volantino di bronzo, almeno 15 metri di tubo di canapa da 45 mm. di diametro e lancia in rame con porta lancia.

A completamento dell'impianto antincendio dovranno essere previste una serie di opere ed installazioni necessarie a garantire la rispondenza prescritta dalla normativa per tutti i locali dell'edificio da realizzare in funzione delle specifiche attività che dovranno accogliere.

Tali interventi prevedono:

Sistemi rivelazione incendi

Rivelatore termico

puntiforme autoriarmabile a norma EN 74 parte 7 rimovibile, montato su basetta di supporto universale con campionamento dell'atmosfera continuo o a determinati intervalli di tempo con intervento a 70 °C su contatto di scambio con carico 30 V/1A, protezione IP10, provvisto di indicatore di intervento visibile dall'esterno, massima area protetta mq. 70, da porre in opera compreso il fissaggio e la linea di collegamento alla centrale di rivelazione incendi.

Rivelatore di fumo

puntiforme statico autoriarmabile a norma EN 74 parte 7, rimuovibile, montato su basetta di supporto universale con campionamento dell'atmosfera continuo o a frequenti intervalli mediante il principio delle dispersioni della luce (effetto Tyndall) anche da parte di particelle di fumo poco riflettenti (particelle di piccole dimensioni e scure), metodo di segnalazione a tre impulsi, emissione di luce da parte di diodo ogni tre secondi ed elemento ricevente a fotodiodo al silicio, munito di rete antinsetto, schermo antiluce e "camera da fumo" nera, assorbimento corrente massimo 50 mA, protezione tipo IP 42, provvisto di indicatore di intervento visibile dall'esterno, massima area protetta 120 mq. da porre in opera compreso il fissaggio e la linea di collegamento alla centrale di rivelazione incendi.

Avvisatore manuale d'incendio

in grado di emettere e trasmettere un segnale di allarme mediante la manovra di comando manuale costituito da pulsante di comando contenuto in una scatola in materiale sintetico di colore rosso da esterno o da incasso, con vetro frangibile ed all'interno pulsante di comando di colore rosso con scritta superiore "In casi d'incendio rompere il vetro e premere a fondo il tasto", carico del contatto 30 V/1 A, protezione IP 42, con dispositivi di protezione contro l'azionamento accidentale.

Centrale di rivelazione incendi e di estinzione

dotata di minimo 8 circuiti di allarme espandibili a 24, a loro volta in grado di controllare fino a 25 rivelatori ciascuno, dotata di circuito di preallarme ed allarme a tempo programmabile, per il controllo e la gestione dei segnali provenienti da linee di rivelatori automatici e manuali di incendio e per il controllo e l'attivazione di impianti di rivelazione e spegnimento automatico, composta da sezione principale a microprocessore con la funzione di elaborazione e supervisione delle funzioni principali e di interfaccia con l'utente mediante un display a 80 caratteri programmabile con indicazione di allarme per ogni zona di rivelazione o settore di spegnimento, con segnalatore di guasto fra le varie linee colleganti i rivelatori e possibilità di scollegamento, segnalata da spia luminosa, delle singole linee mediante levetta esterna, alimentatore caricabatterie incorporato e batterie di emergenza con carica per 72 ore, circuito di esclusione dell'alimentazione a batteria, segnalato da spia (per impedire, in caso di raggiungimento del limite di scarica della batteria, il danneggiamento della stessa), alimentazione primaria di rete o secondaria a 24 VCC, fusibili su rete 1A, fusibile su avvisatori acustici 2A, completo di test spie luminose, test segnalatori acustici e reset allarme, uscite a relais, completa di installazione e collegamenti a tutti i circuiti e punti di rivelazione e spegnimento.

Rivelatore termovelocimetrico

ad elevata sensibilità di reazione e di velocità di aumento della temperatura dei locali, circuito a ponte con due termistori, tensione di funzionamento 16-26 VCC, temperatura nominale di reazione + 58 °C (fino a +82 °C), temperatura ambiente da -25 °C a +50 °C (fino a +70 °C), umidità relativa massima ammissibile 95%, grado di protezione elettrica IP65, rimovibile, montato su supporto universale, collegato alla centrale di rivelazione mediante coppia, completo del fissaggio e di tutti i collegamenti.

Rivelatore di fumo a ionizzazione

tensione di esercizio 16-26 VDC, corrente di funzionamento inferiore a 45 A, temperatura ambiente da -25 °C a +80 °C, umidità relativa massima ammissibile 95%, grado di protezione elettrica almeno IP43, 2 livelli di integrazione, rimovibile, montato su supporto universale, possibilità di collegamento in gruppi ed alla centrale di rivelazione mediante una coppia, completo di fissaggi e collegamenti.

Mezzi antincendi

Attacco per idrante 45 UNI

costituito da cassetta a muro in acciaio verniciato, sportello con telaio portavetro in lega leggera lucidata e vetro trasparente delle dimensioni di cm. 37x59x18, chiusura con chiave contenente all'interno rubinetto idrante in ottone da 1 1/2" con sbocco a 45° per presa a parete, attacco maschio, tubazione flessibile in filato di fibra sintetica poliestere con gommatura sintetica vulcanizzata a caldo di lunghezza mt. 20, coppia di raccordi unificati in ottone, lancia idrica con bocchello intercambiabile in tubo di rame trafilato con raccordo unificato in ottone, attacco ugello 3/4" con portata minima 120 litri/minuto alla pressione di 2 bar completo di montaggio in ogni sua parte e perfettamente funzionante.

Attacco per idrante 70 UNI

costituito da cassetta a muro in acciaio verniciato, sportello con telaio portavetro in lega leggera lucidata e vetro trasparente delle dimensioni di cm. 45x65x23, chiusura con chiave contenente all'interno rubinetto idrante in ottone da 2" con sbocco a 45 ° per presa a parete, attacco maschio, tubazione flessibile in filato di fibra sintetica poliestere con gommatura sintetica vulcanizzata a caldo di lunghezza mt. 20, coppia di raccordi unificati in ottone, lancia idrica con bocchello intercambiabile in tubo di rame trafilato con raccordo unificato in ottone, attacco ugello 1 1/4" con portata minima 240 litri/minuto alla pressione di 2 bar completo di montaggio in ogni sua parte e perfettamente funzionante.

Gruppo attacco motopompa

del tipo orizzontale, attacco alimentazione 2" costituito da cassetta a muro in acciaio verniciato, sportello con telaio portavetro in lega leggera lucidata e vetro trasparente delle dimensioni di cm. 66x45x33, chiusura con chiave, contenente all'interno un gResponsabile Unico del Provvedimentopo composto da un rubinetto idrante, una saracinesca, una valvola di ritegno, una valvola di sicurezza ed un rubinetto di scarico, corpo delle saracinesche e valvole in bronzo con parti interne in ottone , tenuta sugli alberi delle valvole con premistoppa, compreso il montaggio e le eventuali opere murarie.

Idrante a colonna in ghisa

altezza minima della colonna da terra mm. 400, attacco assiale o laterale con colonna montante avente dispositivo di rottura prestabilito in caso di urto accidentale della parte esterna della colonna, pressione di progetto PN16, pressione di collaudo aperto 24 bar, chiuso 18 bar, gruppo valvola realizzato in modo che dopo l'installazione dell'idrante nel terreno sia possibile lo smontaggio dell'idrante stesso per le operazioni di manutenzione e sostituzione degli organi di tenuta, sistema di tenuta della valvola realizzato in modo tale che, in caso di rottura accidentale della colonna esterna (colonna provvista di rottura prestabilita) la valvola rimanga chiusa e/o si richiuda automaticamente evitando fuoriuscite di acqua, attacco di alimentazione flangiato PN16 ovvero giunto a bicchiere, attacchi di uscita collegati all'idrante tramite robusta catenella, scarico automatico antigelo per il drenaggio dell'acqua predisposto in modo che all'atto della chiusura dell'otturatore della valvola lo stesso si apra e viceversa, tenuta sull'asta di manovra con guarnizioni toroidali ovvero con adeguato premistoppa.

Ogni idrante dovrà riportare i seguenti dati di identificazione:

- riferimento alle norme UNI vigenti;
- nome del costruttore;
- modello;
- diametro nominale;
- anno di costruzione;
- estremi di approvazione del tipo.

La posa in opera dovrà essere eseguita installando l'idrante a colonna su un supporto di calcestruzzo, isolato dalla condotta da una saracinesca di sezionamento, installato con dreni posti all'uscita dei dispositivi di svuotamento, sigillato con massello di calcestruzzo di ancoraggio alla base dei corpi di presa, comprensivo di scavo, allaccio, ripristino ed

opere murarie.

Tipo AR o ADR con

flangia di attacco DN 80, numero 2 attacchi 70 UNI 810;

flangia di attacco DN 100, numero 2 attacchi 70 UNI 810 e attacco UNI 810;

flangia di attacco DN 150, numero 2 attacchi 70 UNI 810 e 1 attacco 100 UNI 810;

flangia di attacco DN 150, numero 3 attacchi 70 UNI 810 e 1 attacco 100 UNI 810.

bobina mobile antincendio con tubazione semirigida di lunghezza mt. 20, del diametro DN 20 o DN 25 collegata ad un'estremità, in modo permanente, con una rete di alimentazione idrica in pressione e terminante all'altra estremità con una lancia erogatrice munita di valvola regolatrice e di chiusura del getto, da installare in una cassetta incassata nella muratura delle dimensioni di cm. 65x60x28 da porre in opera con inclusione di tutte le opere murarie richieste.

La tubazione dovrà riportare i seguenti dati di identificazione:

- riferimento alle norme UNI vigenti;
- nome del costruttore;
- diametro nominale;
- lunghezza;
- anno di costruzione;
- estremi di approvazione del tipo DN 20 o DN 25.
- estintore portatile d'incendio a polvere da 6 kg. idoneo all'estinzione di fuochi di classe A-B-C (secondo classificazione UNI EN2) con capacità di estinzione 21A-89B-C del tipo omologato dal Ministero dell'interno secondo d.m. 20 dicembre 1982 (relativo agli estintori portatili) posato in opera compresa l'installazione a parete su adeguato supporto.
- estintore portatile d'incendio a polvere da 6 kg. idoneo all'estinzione di fuochi di classe A-B-C (secondo classificazione UNI EN2) con capacità di estinzione 21A-113B-C del tipo omologato dal Ministero dell'interno secondo d.m. 20 dicembre 1982 (relativo agli estintori portatili) posato in opera compresa l'installazione a parete su adeguato supporto.
- estintore portatile d'incendio a schiuma da 9 lt. idoneo all'estinzione di fuochi di classe A-B-C (secondo classificazione UNI EN2) con capacità di estinzione 8A-89B-C del tipo omologato dal Ministero dell'interno secondo d.m. 20 dicembre 1982 (relativo agli estintori portatili) posato in opera compresa l'installazione a parete su adeguato supporto.
- estintore portatile d'incendio ad anidride carbonica da 5kg. idoneo all'estinzione di fuochi di classe B-C (secondo classificazione UNI EN2) con capacità di estinzione 34B-C del tipo omologato dal Ministero dell'interno secondo d.m. 20 dicembre 1982 (relativo agli estintori portatili) posato in opera compresa l'installazione a parete su adeguato supporto.

Art. 117 Impianti elettrici

I materiali, gli apparecchi e la messa in opera degli impianti elettrici saranno conformi al progetto, alla normativa vigente ed a quanto disposto dal presente capitolato; in tal senso

si ricorda, in particolare, che la posizione dei terminali (interruttori, pulsanti, prese, centralini, etc.) dovrà rispettare quanto stabilito dal punto 8.1.5. del decreto ministeriale 14 giugno 1989, n. 286 emanata in attuazione dell'art. 1 della legge 9 gennaio 1989, n. 13 recante prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata ed agevolata.

Prima dell'inizio lavori relativi all'installazione dell'impianto, l'*Appaltatore* è tenuto a presentare un'adeguata campionatura, tutte le informazioni, note tecniche ed integrazioni al progetto eventualmente richieste.

Il collaudo degli impianti avverrà sia in corso d'opera che a lavori ultimati ed interesserà parte degli impianti o tutta la rete installata.

Prescrizioni generali

I conduttori saranno in rame elettrolitico di prima fusione; qualora, nello stesso impianto, venissero impiegati sia conduttori in rame che in alluminio non dovranno esserci punti di contatto diretto fra i due metalli salvo con le apposite morsettiere.

I tubi di protezione dei conduttori saranno realizzati con resine poliviniliche e, nei tratti richiesti (sotto i pavimenti, con carichi particolari, etc.), avranno spessori adeguati.

Tutti gli interruttori avranno distanze di isolamento e contatti idonei alla tensione di esercizio, non dovranno essere soggetti a surriscaldamenti o deformazioni, essere di facile manovrabilità e con i dispositivi di sicurezza richiesti.

Le valvole, le morsettiere, le cassette, i comandi e le prese di corrente dovranno essere facilmente individuabili e di immediata lettura od uso.

Tutte le parti dell'impianto saranno soggette, in caso di locali con pericolo di incendio, alle particolari specifiche del caso.

I circuiti per l'alimentazione luce e per usi elettrodomestici dovranno sempre essere distinti e, nell'ambito del circuito luce, si dovranno avere due circuiti indipendenti per le prese a spina e per i punti di illuminazione.

La tensione di alimentazione delle lampade ad incandescenza e degli apparecchi monofase non dovrà superare i 220 Volt.

I conduttori avranno, salvo altre prescrizioni:

a) sezione non inferiore a:

1,5 mmq. per i circuiti luce/ segnalazione;

2,5 mmq. per i circuiti F.M. e terra (singole utenze);

6 mmq. per i circuiti di terra.

b) isolamento minimo di grado 3;

c) la caduta di tensione massima ammessa sino all'utilizzo dovrà essere del 4% per i circuiti luce e del 5% per quelli di forza motrice.

Ogni impianto dovrà avere un interruttore generale onnipolare e dispositivi di protezione contro i corti circuiti ed i sovraccarichi sarà inoltre predisposta la completa messa a terra dell'edificio e delle sue parti con una rete di conduttori totalmente separata.

Tutte le parti metalliche accessibili soggette a passaggi di corrente anche accidentali, dovranno essere protette contro le tensioni di contatto usando adeguate reti di messa a terra od isolamenti speciali.

Particolare cura dovrà essere usata nell'attuazione dei collegamenti per le parti metalliche, la messa a terra e l'insieme dell'impianto elettrico secondo le norme previste per i locali da bagno.

Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati in conformità con le seguenti norme:

legge 1° marzo 1968, n. 186 e legge 5 marzo 1990, n. 46;

CEI 11-17 (1997) per impianti di produzione e trasporto energia elettrica;

CEI 64-8 (1998) impianti con tensione superiore a 1000V;

CEI 64-2 (1998) e fascicolo 64-2 per impianti nei luoghi pericolosi;

CEI 64-12 per impianti di terra;

CEI 11-8 per impianti di produzione e impianti di terra;

CEI 103-1 (1997) per impianti telefonici interni;

CEI 64-50=UNI 9620 per edilizia residenziale;

D.M. 16 febbraio 1982 e legge 7 dicembre 1984, n. 818.

Installazione

Tutti i conduttori dell'impianto elettrico, anche se isolati, dovranno essere messi in opera (sia sottotraccia che in vista) in tubi di protezione in plastica o altro materiale eventualmente richiesto per installazioni speciali.

Il diametro interno dei tubi protettivi sarà 1,5 volte il diametro del cerchio circoscritto dal fascio di cavi contenuto e, comunque, mai inferiore a 16 mm.; nel caso di ambienti con pericolo d'incendio, i tubi protettivi saranno in acciaio con giunti a manicotto filettati e con cassette, interruttori ed ogni altra parte dell'impianto a tenuta stagna.

Tutte le parti dell'impianto dovranno risultare chiaramente distinguibili (con colori e posizioni adeguate) e le separazioni richieste fra le varie reti saranno eseguite con l'esclusione di qualsiasi punto di contatto.

I cavi disposti in canalizzazioni non dovranno essere soggetti a fenomeni di surriscaldamento o condensa e nessun elemento o parte di impianto elettrico, telefonico, televisivo, etc. estraneo all'impianto ascensori, dovrà trovarsi nei vani di corsa degli stessi.

Negli edifici civili le giunzioni dei conduttori saranno eseguite con l'impiego di morsetti collocati in cassette o scatole di derivazione; nessun conduttore, cavo o altra parte dell'impianto elettrico potrà essere soggetto (o trasmettere) sollecitazioni meccaniche eccedenti il peso proprio.

Tutte le cassette e le scatole di derivazione saranno incassate, salvo altre prescrizioni, al livello delle superfici murarie finite; le prese a spina o gli interruttori per gli elettrodomestici ed apparecchi di particolare potenza saranno del tipo previsto dalle norme vigenti.

I quadri saranno posizionati in luoghi accessibili, escludendo i locali soggetti a pericolo di incendio e, nel caso di edifici ad impianto unico ma con più piani (scuole, uffici, ospedali, etc.), oltre al quadro generale centralizzato saranno installati quadri secondari di distribuzione ad ogni piano.

Negli edifici per alloggi, oltre al quadro generale centralizzato e salvo altre prescrizioni, verranno installati in ciascun alloggio quadri secondari con 2 interruttori generali magnetotermici (uno per l'illuminazione ed uno per la rete degli elettrodomestici) e due

interruttori bipolari a valle dell'interruttore per l'illuminazione (uno per la rete dei punti luce ed uno per la rete delle prese a spina).

Linee di alimentazione

Nel caso di linee in A.T. o M.T. l'Appaltatore dovrà provvedere alla realizzazione di tali linee che saranno eseguite, in accordo con la normativa vigente e con le prescrizioni di progetto, con cavi interrati.

Per le linee in B.T. saranno realizzati, all'ingresso di ogni edificio, degli interruttori (per la ripartizione dei circuiti) installati sul quadro generale.

La messa in opera dei cavi potrà avvenire con cavi interrati od in cunicoli praticabili (eventuali linee aeree saranno consentite solo per impianti provvisori); tutte le operazioni relative e le installazioni dovranno avvenire nella completa applicazione della normativa vigente e di quanto previsto dal presente capitolato.

Nel caso di cavi interrati, questi verranno posati in trincee di scavo della profondità di 1 mt. e larghezza di ca. 40 cm. (da aumentare di 10 cm. per ogni cavo oltre al primo); sul fondo di tali scavi verrà predisposto un letto di sabbia dello spessore di ca. 8 cm. sul quale verrà steso il cavo che dovrà essere ricoperto da un altro strato di sabbia di ca. 5 cm. di spessore e, successivamente, da una fila di mattoni o elementi di protezione prefabbricati accostati, prima del rinterro finale.

Tutte le giunzioni saranno realizzate con muffole a tenuta.

Nel caso di cavi interrati in tubazioni, si dovranno predisporre appositi condotti in cemento o PVC con pozzetti ispezionabili distribuiti ogni 25-30 mt. attraverso i quali eseguire l'infilaggio dei cavi e le giunzioni necessarie.

Per i cavi installati in cunicoli praticabili saranno predisposte staffe o mensole lungo le pareti verticali od i soffitti di tali cunicoli perfettamente ancorate e disposte in modo da permettere un distanziamento fra gli strati di cavi di almeno 4-5 cm.; le giunzioni o derivazioni dovranno essere eseguite in scatole a tenuta stagna e tutte le parti o cavi installati dovranno essere facilmente riconoscibili ed ispezionabili.

Posa in opera e realizzazione di parti dell'impianto

Linee elettriche

Linea elettrica in cavo unipolare isolato in EPR sotto guaina di pvc con sigla di designazione RG5R 0,6/1KV da porre in opera incluso ogni onere di installazione su tubazione in vista o incassata, su canaletta, su passerella o graffettata comprese inoltre le scatole di derivazione, tutte le opere murarie necessarie con scassi e ripristini, le giunzioni ed i terminali.

Linea elettrica in cavo multipolare isolato in EPR sotto guaina di pvc con sigla di designazione UG5OR 0,6/1KV oppure RG5OR 0,6/1KV da porre in opera incluso ogni onere di installazione su tubazione in vista o incassata, su canaletta, su passerella o graffettata comprese, inoltre, le scatole di derivazione, tutte le opere murarie necessarie con scassi e ripristini, le giunzioni ed i terminali.

Linea elettrica in cavo tetrapolare isolato in EPR sotto guaina di pvc con sigla di designazione RG5OR 0,6/1KV con il quarto cavo di sezione inferiore, secondo quanto disposto dalle normative CEI, da porre in opera incluso ogni onere di installazione su tubazione in vista o incassata, su canaletta, su passerella o graffettata comprese, inoltre,

le scatole di derivazione, tutte le opere murarie necessarie con scassi e ripristini, le giunzioni ed i terminali.

Linea elettrica in cavo resistente al fuoco ed a ridotta emissione di fumi e di gas tossici corrosivi, con conduttori flessibili isolati con materiale reticolato speciale sotto guaina termoplastica con sigla di designazione FE40M1 da porre in opera incluso ogni onere di installazione su tubazione in vista o incassata, su canaletta, su passerella o graffettata comprese, inoltre, le scatole di derivazione, tutte le opere murarie necessarie con scassi e ripristini, le giunzioni ed i terminali.

Linea elettrica in cavo multipolare flessibile isolato in EPR sotto guaina di pvc con caratteristiche di non propagazione del fuoco con sigla di designazione FG50R 0,6/1KV da porre in opera incluso ogni onere di installazione su tubazione in vista o incassata, su canaletta, su passerella o graffettata comprese, inoltre, le scatole di derivazione, tutte le opere murarie necessarie con scassi e ripristini, le giunzioni ed i terminali (nei cavi quadripolari di sezione superiori a 25 mmq., il quarto conduttore dovrà essere considerato di sezione inferiore secondo quanto prescritto dalle norme CEI).

Linea elettrica in cavo unipolare isolato in pvc con sigla di designazione H07V-K oppure sigla di designazione NO7V-K con caratteristiche di non propagazione del fuoco da porre in opera incluso ogni onere di installazione su tubazione in vista o incassata, su canaletta, su passerella o graffettata comprese inoltre le scatole di derivazione, tutte le opere murarie necessarie con scassi e ripristini, le giunzioni ed i terminali.

Linea elettrica in cavo multipolare con conduttori flessibili isolati in PVC di qualità R2 sotto guaina in pvc con caratteristiche di non propagazione del fuoco, sigla di designazione NIVV-K da porre in opera incluso ogni onere di installazione su tubazione in vista o incassata, su canaletta, su passerella o graffettata comprese, inoltre, le scatole di derivazione, tutte le opere murarie necessarie con scassi e ripristini, le giunzioni ed i terminali.

Tubazioni –Scatole - Canali

Tubazione flessibile in PVC autoestinguente serie leggera con marchio IMQ da incassare sotto traccia e porre in opera con tutti gli interventi murari di scasso e ripristino delle parti interessate, completa dei collegamenti alle scatole di derivazione e con diametro esterno di 16-20-25-32-40 mm.

Tubazione flessibile in pvc autoestinguente serie pesante con marchio IMQ da incassare sotto traccia, sotto pavimento, all'interno di intercapedini e porre in opera con tutti gli interventi murari di scasso e ripristino delle parti interessate, completa dei collegamenti alle scatole di derivazione e con diametro esterno di 16-20-25-32-40-50 mm.

Tubo rigido pesante in pvc piegabile a freddo da installare all'interno di controsoffitti, intercapedini o a vista e porre in opera completo di tutti i manicotti, giunzioni, curve, cavallotti di fissaggio e collegamenti alle scatole di derivazione e con diametro esterno di 16-20-25-32-40-50 mm.

Canale a sezione rettangolare in pvc (con o senza separazioni interne) da installare all'interno di controsoffitti, intercapedini o a vista e porre in opera completo di tutti i fissaggi, giunzioni, curve, e collegamenti alle scatole di derivazione e con dimensioni mm. 15x20-15x30-25x40-40x45-15x30 (con un divisorio)25x40 (con un divisorio).

Tubo rigido filettato in pvc autoestinguente da installare all'interno di controsoffitti, intercapedini o a vista e porre in opera completo di tutti i fissaggi, giunzioni, curve, e collegamenti alle scatole di derivazione e con diametro esterno di 16-20-25-32-40-50 mm.

Guaina flessibile in pvc con raccordi ad alta resistenza chimica e meccanica da installare a vista e porre in opera completa di tutti i fissaggi, giunzioni, curve filettate, e collegamenti alle scatole di derivazione con un grado complessivo di protezione IP55 e con diametro interno di 12-16-22-28 mm.

Tubazione metallica rigida tipo elios zincato, filettabile da porre in opera completa di tutti i fissaggi, giunzioni, curve, e collegamenti alle scatole di derivazione e con diametro esterno di 16-22-28-32-38-50 mm.

Guaina metallica flessibile ricoperta in pvc autoestinguente da porre in opera completa di tutti i fissaggi, giunti non girevoli, curve, e collegamenti alle scatole di derivazione e con diametro interno di 12-15-20-25 mm.

Scatola di derivazione in silumin fuso con pareti chiuse IP55 con spessore minimo di mm. 2, da installare a vista o incasso e porre in opera completa di tutti i fissaggi, opere murarie e giunzioni, dimensioni interne assimilabili a mm. 90x90x50-130x105x50-155x130x55-180x155x70-240x205x80-300x245x110-390x300x140.

Scatola di derivazione in plastica da incasso da porre in opera completa di opere murarie per il fissaggio su forati o mattoni, coperchio a vista e collegamenti delle dimensioni di mm. 92x92x45-118x96x50-118x96x70-152x98x70-160x130x70-196x152x70-294x152x70-392x152x70.

Scatola di derivazione stagna IP55 in pvc autoestinguente con pareti lisce o passacavi completa di raccordi installati in modo idoneo a garantire il grado di protezione da porre in opera in vista con fissaggi, collegamenti e giunzioni.

Tubazione in pvc serie pesante per canalizzazione di linee di alimentazione elettrica da porre in opera su scavo predisposto ad una profondità di ca. m. 0,50 dal piano stradale o posata su cavedi adeguati, con diametro esterno di mm. 50-63-100-160-200-250.

Passerella portacavi per sostegno cavi realizzata in lamiera di acciaio asolata piegata con altezza laterale minima di mm. 400, di spessore minimo di mm. 1,5 per una larghezza massima di mm. 150 e spessore mm. 2 per larghezze superiori da porre in opera senza coperchio, completa di fissaggi, giunzioni, staffe a mensola o a sospensione adeguate al carico da portare.

Canale metallico zincato realizzato in lamiera, completo di coperchio per la posa di cavi, con altezza minima interna di mm. 75, larghezza mm. 100-150-200-300 ed esecuzione classe IP40 da porre in opera con le necessarie giunzioni, curve, coperchi, presa di terra, testate, staffe di ancoraggio a parete o soffitto, collegamenti ed eventuali interventi murari.

Canale metallico realizzato in lamiera verniciata a smalto, provvisto di coperchio, predisposto alla posa di cavi, con altezza minima interna di mm. 75, larghezza mm. 100-150-200-300 ed esecuzione classe IP40 da porre in opera con le necessarie giunzioni, curve, coperchi, presa di terra, testate, staffe di ancoraggio a parete o soffitto, collegamenti ed eventuali interventi murari.

Corda in acciaio da utilizzare come sostegno di cavi per reti aeree, con diametro di mm. 6 da

porre in opera fissata a parete o per attraversamenti completa di ogni accessorio per il suo ancoraggio e per la graffettatura del cavo da sostenere.

Quadri elettrici

Interruttore automatico magnetotermico unipolare, bipolare, tripolare, caratteristica U, potere di interruzione 6kA compresa la quota di cablaggio, gli accessori da inserire all'interno del quadro, box metallico a chiusura, da porre in opera perfettamente funzionante.

Interruttore automatico magnetotermico unipolare, bipolare, tripolare, caratteristica U, potere di interruzione 10kA compresa la quota di cablaggio, gli accessori da inserire all'interno del quadro, box metallico a chiusura, da porre in opera perfettamente funzionante.

Interruttore automatico magnetotermico bipolare, tripolare, caratteristica K, L o G, potere di interruzione 6kA compresa la quota di cablaggio, gli accessori da inserire all'interno del quadro, box metallico a chiusura, da porre in opera perfettamente funzionante.

Interruttore automatico magnetotermico bipolare, tripolare, caratteristica K, L o G, potere di interruzione 10kA compresa la quota di cablaggio, gli accessori da inserire all'interno del quadro, box metallico a chiusura, da porre in opera perfettamente funzionante.

Interruttore differenziale puro sprovvisto di protezione magnetotermica per correnti nominali, differenziali, pulsanti e componenti continue, da porre in opera perfettamente funzionante compresa la quota di cablaggio, gli accessori da inserire all'interno del quadro e box metallico a chiusura.

Interruttore differenziale magnetotermico bipolare, tripolare, tetrapolare caratteristica U, potere di interruzione 6kA compresa la quota di cablaggio, gli accessori da inserire all'interno del quadro, box metallico a chiusura, da porre in opera perfettamente funzionante.

Interruttore differenziale magnetotermico bipolare, tripolare, tetrapolare caratteristica U, potere di interruzione 10kA compresa la quota di cablaggio, gli accessori da inserire all'interno del quadro, box metallico a chiusura, da porre in opera perfettamente funzionante.

Interruttore differenziale magnetotermico bipolare, tetrapolare caratteristica U, potere di interruzione 10kA per correnti pulsanti e continue compresa la quota di cablaggio, gli accessori da inserire all'interno del quadro, box metallico a chiusura, da porre in opera perfettamente funzionante.

Interruttore automatico magnetotermico in custodia isolante, in esecuzione fissa, con potere di interruzione a 380V da 30kA a 60kA con possibilità di diverse tarature dello sganciatore termico e di quello magnetico da porre in opera compresa la quota di cablaggio, gli accessori da inserire all'interno del quadro e box metallico a chiusura.

Carpenteria o box metallico per quadro elettrico in lamiera metallica verniciata a fuoco min. 12/10, costituita da elementi componibili preforati o chiusi, barrature di sostegno per le apparecchiature, sportello in vetro o in lamiera provvisto di serratura con chiave, pannelli, zoccolo e tutte le opere murarie necessarie alla completa installazione.

Carpenteria o box metallico per quadro elettrico in lamiera metallica verniciata a fuoco min. 12/10, profondità 400 mm., con grado di protezione IP55, costituita da elementi

componibili preforati o chiusi, barrature di sostegno per le apparecchiature, sportello in vetro o in lamiera provvisto di serratura con chiave, pannelli, guarnizioni di tenuta, zoccolo e tutte le opere murarie necessarie alla completa installazione.

Centralino in resina da parete con grado di protezione IP55 completo di sportello, realizzato in doppio isolamento per tensioni fino a 415 Volts da porre in opera con tutti i collegamenti necessari al perfetto funzionamento e l'ancoraggio ai supporti predisposti.

Centralino in resina da parete per utenza domestica completo di sportello da porre in opera con tutti i collegamenti necessari al perfetto funzionamento e l'ancoraggio ai supporti predisposti.

Centralino in resina da incasso con grado di protezione IP40 completo di sportello, da porre in opera con tutti i collegamenti necessari al perfetto funzionamento e l'ancoraggio ai supporti predisposti.

Quadro elettrico da esterno a struttura modulare con grado di protezione minimo IP 30 o a struttura monoblocco con grado di protezione minimo IP44, in lamiera, di spessore minimo 20/10, elettrosaldato e pressopiegato, verniciato a fuoco con polvere epossidica o con vernice nitromartellata, previo ciclo di sgrassatura e decappaggio. Il quadro dovrà essere corredato da un pannello di manovra asolato, da uno sportello in struttura metallica con una lastra in materiale trasparente, incernierato e munito di serratura a chiave e, all'interno, dovranno essere installate tutte le carpenterie atte a contenere le apparecchiature e quanto altro occorre, nel pieno rispetto delle normative CEI, al perfetto funzionamento comprese le targhette pantografate da porre sotto ogni asola portainterruttori e lo schema unifilare di dotazione.

Distribuzione circuiti luce-fm

Punto luce e punto di comando da predisporre sottotraccia da porre in opera con linea dorsale di alimentazione (realizzata sottotraccia), tutti i collegamenti elettrici necessari al funzionamento, comprese le scatole di derivazione e morsetti a mantello, conduttori del tipo HO7V-K o NO7V-K con sezione minima sia per la fase che per la terra non inferiore a mmq. 1,5, scatola portafrutto incassata a muro, frutto, tubazione in pvc autoestinguente incassata sotto l'intonaco.

Punto presa FM (presa di forza motrice) sottotraccia da porre in opera con la linea dorsale completo di scatola di derivazione incassata a muro, tutti i collegamenti elettrici necessari al funzionamento, morsetti di derivazione a mantello, conduttori del tipo HO7V-K o NO7V-K di sezione minima di fase e di terra di mmq. 2,5 (per prese fino a 16A), 6 mmq. (per prese fino a 32A), scatola portafrutto, frutto, tubazione in pvc autoestinguente incassata sotto l'intonaco.

Punto presa CEE trifase da 63A da realizzare con conduttore HO7V-K o NO7V-K di sezione non inferiore a 16 mmq. per la fase e la terra da installare in tubazione in pvc filettata raccordabile su scatole in pvc o in tubazione in ferro zincata filettata raccordabile su scatole di ferro inclusi i collegamenti richiesti; tutti i componenti dovranno avere un grado di protezione IP44 o IP55.

Scatola di derivazione per allaccio torrette a pavimento da inserire al di sotto di un pavimento ispezionabile da installare con almeno due linee dorsali, con conduttori tipo HO7V-K o NO7V-K, di sezione non inferiore a mmq. 4, comprese le tubazioni e le

scatole di derivazione che dovranno essere una per la linea FM ordinaria ed una per la linea FM preferenziale; la scatola dovrà essere predisposta con le tubazioni e le uscite per una linea di servizi telefonici ed una per i terminali EDP che dovranno essere separate tra loro e da quelle per l'alimentazione elettrica anche nelle scatole di derivazione.

Torretta attrezzata con base da pavimento completa di servizi elettrici costituiti da almeno due prese 2x10A per FM ordinaria e 2 prese tipo UNEL per FM preferenziale, una presa telefonica ed una presa per terminale EDP, completa di supporti, cavi e canalizzazioni di collegamento alla scatola di derivazione, da porre in opera su un pavimento ispezionabile; i conduttori di alimentazione elettrica dovranno essere del tipo HO7V-K o NO7V-K ed avere una sezione non inferiore a 2,5 mmq.

Punto di presa di servizio in traccia a partire dal punto di smistamento di piano o di zona da utilizzare per telefono, punto di chiamata di segnalazione, amplificazione sonora, allarme, collegamento terminale EDP, etc. compresi i conduttori, le canalizzazioni e le scatole di derivazione e terminali, il posizionamento sottopavimento oppure a controsoffitto in tubazioni di pvc autoestinguenti.

Apparecchi di illuminazione per interni ed esterni

Plafoniera a forma circolare od ovale con corpo metallico e schermo in vetro completa di lampada incandescente con attacco E27 ed eventuale gabbia di protezione, da porre in opera con grado di protezione IP55 completa di tutti i collegamenti all'impianto elettrico e le operazioni di fissaggio sul supporto definitivo.

Plafoniera con corpo e schermo in policarbonato autoestinguente in esecuzione IP55 da porre in opera completa dei tubi fluorescenti, starter, reattori, condensatori di rifasamento, coppa prismaticata e di tutte le operazioni di ancoraggio e collegamenti.

Plafoniera con corpo in acciaio ottica speculare con schermo parabolico in alluminio antiriflesso a bassa luminanza, armatura verniciata a fuoco da porre in opera completa di tutti i collegamenti all'impianto elettrico e le operazioni di fissaggio sul supporto definitivo.

Proiettore per lampada alogena realizzato in alluminio pressofuso con schermo in vetro, riflettore in alluminio con grado di protezione pari ad IP55, staffa di fissaggio, lampada alogena fino a 500 W.

Illuminatore da esterno con globo in policarbonato trasparente od opalino da installare su palo o a parete idoneo per alloggiare lampade, base di attacco del palo mm. 60 e grado di protezione IP55 completo di lampadine, accenditore, condensatore:

- a) ad incandescenza, max 100 W.;
- b) a luce miscelata max. 160 W.;
- c) al mercurio bulbo fluorescente max 80 W.;
- d) al sodio alta pressione max 70 W.;
- e) con lampada tipo PL o DULUX max. 24 W.;
- f) con lampada tipo SL.

Armatura di illuminazione esterna di tipo stradale costituita da un contenitore in poliestere rinforzato con fibre di vetro, riflettore in alluminio purissimo (titolo 99,99%), lucidato, brillantato e anodizzato, completo di coppa in policarbonato, lampade ai vapori di

mercurio da 80 a 400 W, con chiusura ermetica a cerniera e galletti di fissaggio tale da consentire la tenuta stagna conforme alle norme CEI (IP54), vano portareattore incorporato e attacco al palo con portalampada in porcellana, reattore e condensatore, tutto perfettamente cablato.

Armatura di illuminazione esterna di tipo stradale costituita da un contenitore in fusione di lega leggera verniciata a fuoco, riflettori in alluminio purissimo (titolo 99,99%), lucidato, brillantato e anodizzato, ad alto rendimento, completo di coppa in policarbonato, lampade ai vapori di sodio ad alta pressione da 150 a 400 W oppure ai vapori di sodio a bassa pressione da 55 a 135 W, con chiusura ermetica a cerniera e galletti di fissaggio tale da consentire la tenuta stagna conforme alle norme CEI (IP54), vano portareattore incorporato e attacco al palo con portalampada in porcellana, reattore e condensatore, tutto perfettamente cablato.

Illuminazione di sicurezza

L'impianto per l'illuminazione di sicurezza dovrà garantire la completa illuminazione di tutte le vie di uscita, i luoghi di transito e di raccordo nel caso di interruzione dell'energia elettrica in modo da consentire un veloce e sicuro deflusso delle persone presenti negli ambienti o edifici interessati dalla disfunzione. Tutti i componenti dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- punto luce per l'illuminazione di sicurezza per pianerottoli e vani scale eseguito con conduttori di rame di adeguata sezione, posti a sfilamento entro tubi protettivi di materiale isolante già previsti per l'impianto di illuminazione generale e derivati da proprio interruttore automatico con sola protezione magnetica, da inserire nel quadro elettrico dei servizi comuni.
- apparecchio per l'illuminazione di sicurezza per posa a parete mediante slitta per attacco rapido in materiale plastico autoestinguente CEI 34-21/22 con circuito elettronico di controllo, batterie ermetiche al Pb, classe isolamento III, spia rete/ricarica, grado di protezione IP40, alimentazione ordinaria 220V, autonomia non inferiore a 120' con lampada fluorescente da 8, 18, 22W.
- apparecchi di illuminazione di sicurezza per edifici residenziali CEI 64-50 del tipo a incasso su scatola rettangolare, serie componibile, completi di placca con diffusore opalino, lampada fluorescente da 4W, batterie al NiCd 2x1,2V- 1,2Ah, autonomia 60'.

Impianto citofono

L'impianto citofono del tipo prescelto dovrà, salvo altre prescrizioni, avere un nucleo esterno di chiamata ai vari alloggi (con microfono-ricevitore e pulsantiera) dove verranno installati gli apparecchi con apriporta e comunicazione con la parte esterna; si potranno includere, nel collegamento, dei centralini da installare nelle eventuali zone di sorveglianza degli accessi o apparecchi dotati di videocitofono.

Impianto elettrico per ascensori

L'impianto elettrico per ascensori dovrà avere linee di alimentazione completamente separate ed in partenza dal quadro centrale su interruttori destinati solo a tale impianto.

Saranno, inoltre, installati tutti gli impianti di suoneria, ricerca, comunicazione interna, di alimentazione per eventuali impianti climatici o altri, etc. richiesti dalle prescrizioni di progetto o dal presente capitolato; anche le opere edilizie e gli impianti necessari per la

realizzazione di eventuali cabine di trasformazione saranno in accordo con le specifiche vigenti.

Impianto telefonico

L'impianto telefonico sarà installato completo di tutte le opere e materiali necessari per il posizionamento degli armadi di derivazione interni agli edifici, l'esecuzione delle colonne montanti, le distribuzioni, le prese telefoniche e le parti di linee esterne eventualmente richieste.

I cavi telefonici esterni passanti sotto la rete stradale dovranno essere protetti con tubazioni in PVC, di diametro non inferiore a 100 mm. e spessore non inferiore a 3 mm., poste in uno scavo a trincea di profondità di 1 mt. con uno strato di calcestruzzo portato fino a 10 cm. sopra il colmo del tubo in PVC, prima del riempimento dello scavo.

Dall'armadio centralizzato, posto in un locale idoneo, partiranno le distribuzioni verticali, con cavi protetti da tubazioni in materiale plastico, fino alle scatole di derivazione; da queste avranno inizio le ulteriori distribuzioni orizzontali con le diramazioni per le scatole dei singoli alloggi dalle quali partiranno le linee di distribuzione per le prese telefoniche.

Tutti i cavi, i tubi e le parti dell'impianto dovranno avere distanze di protezione ed essere totalmente separate da qualsiasi altro impianto realizzato nell'edificio e, per quanto riguarda i locali, essere in conformità con le caratteristiche di sicurezza, accessibilità ed aereazione richieste dalla normativa vigente.

Il *Direttore dei lavori* effettuerà un collaudo generale prima di quello finale eseguito dai tecnici della società di gestione delle linee telefoniche.

Prese e apparecchiature telefoniche

Punto di presa di servizio in traccia a partire dal punto di smistamento di piano o di zona da utilizzare per telefono, TV, punto di chiamata di segnalazione, amplificazione sonora, allarme, collegamento terminale EDP, etc. compresi i conduttori, le canalizzazioni e le scatole di derivazione e terminali, il posizionamento sottopavimento oppure a controsoffitto in tubazioni di pvc autoestinguenti.

Impianti di terra e protezione scariche atmosferiche

Tutte le parti dell'impianto di messa a terra dovranno essere conformi a quanto prescritto dalla normativa vigente in materia di dimensionamento dei cavi, colori di identificazione e caratteristiche di installazione.

Particolare cautela dovrà essere riservata alla progettazione e messa in opera delle parti metalliche accessibili soggette a passaggi di corrente anche accidentali che dovranno essere protette contro le tensioni di contatto usando adeguate reti di messa a terra.

Sia nei locali adibiti ad uso residenziale o terziario che negli edifici con ambienti utilizzati per lavorazioni speciali, magazzini o altri tipi di funzioni dovrà essere usata la massima accuratezza nell'attuazione dei collegamenti per le parti metalliche, la messa a terra e l'insieme dell'impianto elettrico, secondo le norme previste.

Il progetto esecutivo dell'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche dovrà comprendere i dati sulle caratteristiche elettriche e sulla struttura dell'edificio, le caratteristiche della zona, il tipo di gabbia di Faraday da impiegare, posizione e dimensionamento della maglia di protezione, i collegamenti di terra e le relative

dimensioni, numero e tipo di dispersori.

Gli organi di captazione dell'impianto saranno costituiti da conduttori elettrici posizionati al di sopra della copertura (oppure integrati con essa) formando una maglia che includa tutte le parti sporgenti.

I conduttori di discesa saranno minimo 2 con reciproca distanza non superiore ai 20 mt., installati all'esterno od in sedi incombustibili ed ispezionabili; le giunzioni saranno eseguite con saldature o con morsetti ed adeguata sovrapposizione.

I conduttori saranno fissati all'edificio e distanziati dai muri, non dovranno essere verniciati o isolati, saranno in rame, acciaio zincato o altro materiale approvato e dovranno essere collegati (sul tetto e lungo le discese) alle parti metalliche principali dell'edificio e con i dispersori.

I dispersori, in base alla resistività del terreno, saranno a punta od a rete e dovranno essere alloggiati in pozzetti praticabili in modo tale da rendere ispezionabile il collegamento con i conduttori di discesa.

Negli edifici in cemento armato si dovranno collegare tutti i ferri di armatura fra loro, con i dispersori di terra (al livello delle fondazioni) e gli organi di captazione del tetto; i suddetti ferri di armatura saranno collegati, inoltre, a tutte le parti metalliche presenti nell'edificio.

Dispersori per la messa a terra

Corda flessibile o tondo in rame nudo per impianti di dispersione e di messa a terra della sezione di mmq. 16-25-35-50, da porre in opera dentro uno scavo predisposto ad una profondità di ca. cm. 50 compreso il rinterro e tutti i collegamenti necessari alla chiusura dell'anello.

Tondino zincato a fuoco per impianti di dispersione e di messa a terra del diametro mm. 8 (sezione mmq. 50), mm. 10 (sezione mmq. 75), da porre in opera dentro uno scavo predisposto ad una profondità di ca. cm. 50 compreso il rinterro e tutti i collegamenti necessari alla chiusura dell'anello.

Bandella di acciaio zincato a fuoco per impianti di parafulmine delle dimensioni mm. 25x3-30x2,5-30x3 da porre in opera su tetti praticabili, in buono stato di manutenzione, e su calate da installare lungo le pareti degli edifici interessati compresi i supporti di sostegno, le giunzioni ed i collegamenti agli apparecchi di captazione.

Bandella in rame per impianti di parafulmine delle dimensioni di mm. 20x2-20x3, da porre in opera su tetti praticabili, in buono stato di manutenzione, e su calate da installare lungo le pareti degli edifici interessati compresi i supporti di sostegno, le giunzioni ed i collegamenti agli apparecchi di captazione.

Dispersore per infissione nel terreno della lunghezza di mt. 2 da porre in opera completo di collare per l'attacco del conduttore di terra, inserito in apposito pozzetto ispezionabile nel quale dovrà confluire il cavo dell'anello di messa a terra compresa la misurazione, ad installazione effettuata, della effettiva resistenza di terra, tutte le opere di scavo e ripristino per la posa del pozzetto; tale dispersore potrà essere realizzato in:

a) picchetto a tubo in acciaio zincato a caldo, del diametro esterno mm. 40 e spessore della parete mm. 2;

b) picchetto massiccio in acciaio zincato a caldo, diametro esterno mm. 20;

- c) picchetto in profilato in acciaio zincato a caldo, spessore mm. 5 e dimensione trasversale mm. 50;
- d) picchetto massiccio in acciaio rivestito di rame (rivestimento per deposito elettrolitico 100 micron, rivestimento per trafilatura 500 micron) di diametro mm. 15;
- e) picchetto a tubo di rame di diametro esterno mm. 30 e spessore mm. 3;
- f) picchetto massiccio in rame di diametro mm. 15;
- g) picchetto in profilato di rame di spessore mm. 5 e dimensione trasversale mm. 50.

Dispersore per posa nel terreno a quota minima mt. 0,50 al di sotto della sistemazione definitiva del terreno, costituito da piastra delle dimensioni di mt. 1,00x1,00 (da realizzare in acciaio zincato a caldo dello spessore di mm. 3 oppure in rame dello spessore di mm. 3), completo di collare per l'attacco del conduttore di terra, inserito in apposito pozzetto ispezionabile nel quale dovrà confluire il cavo dell'anello di messa a terra compresa la misurazione, ad installazione effettuata, della effettiva resistenza di terra, tutte le opere di scavo e ripristino per la posa del pozzetto.

Dispersore per posa nel terreno per costituire un anello di dispersione da porre in opera ad una quota non inferiore a 0,50 mt. al di sotto della sistemazione definitiva del terreno compresi i collegamenti, la misurazione, ad installazione effettuata, della effettiva resistenza di terra, tutte le opere di scavo e ripristino; tale dispersore potrà essere realizzato in:

- a) nastro di acciaio zincato a caldo di spessore mm. 3 e sezione mmq. 100;
- b) nastro di rame di spessore mm. 3 e sezione mmq. 50;
- c) tondino o conduttore in acciaio zincato a caldo, sezione mmq. 50;
- d) tondino o conduttore massiccio di rame di sezione mmq. 35;
- e) conduttore cordato in acciaio zincato a caldo, di sezione complessiva mmq. 50 e diametro di ciascun filo mm. 1,8;
- f) conduttore cordato in rame di sezione complessiva mmq. 35 e diametro di ciascun filo mm. 1,8.

Canalina di protezione delle calate fino a mt. 2,5 di altezza dalla massima quota praticabile esterna, per impianti di terra o dispersione scariche atmosferiche, da realizzare in lamiera bordata verniciata compresi gli oneri di fissaggio, giunti ed eventuali raccordi.

Scaricatori di tensione da installare come apparecchi integrati agli impianti per la captazione delle scariche atmosferiche per proteggere da eventuali sovratensioni di origine atmosferica o interna gli impianti elettrici alimentati a 200/380 V.

Art. 118 Impianti antintrusione

Nella realizzazione degli impianti antintrusione dovranno essere installate tutte le apparecchiature necessarie a garantire la continuità di funzionamento e una corretta risposta dell'impianto a:

- eventi di allarme;
- eventi temporali;
- interventi manuali.

In particolare dovrà essere adeguato il funzionamento dell'impianto nel suo insieme e di tutte le sue parti specifiche come la centrale di gestione, con particolare riguardo alle

segnalazioni ottiche ed all'attivazione dei mezzi d'allarme;
l'efficienza dell'alimentatore e lo stato di carica delle batterie;
la sensibilità e la portata dei rilevatori;
l'efficienza degli organi di segnalazione d'allarme e di comando dei mezzi di trasmissione degli allarmi e di ogni altro dispositivo del sistema.
Gli impianti antintrusioni verranno realizzati secondo le indicazioni progettuali riportate negli elaborati specifici e sia i materiali utilizzati che la loro posa in opere dovranno essere conformi alle prescrizioni riportate di seguito:
CEI 79-2 per le apparecchiature degli impianti antintrusione;
CEI 79-3 per gli impianti antintrusione;
CEI 79-4 per il controllo degli accessi;
CEI 64-8 per le parti degli impianti elettrici relativi;
CEI 64-2 per gli impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione e incendi;
CEI 64-12 per impianti di terra;
CEI 103-1 per impianti telefonici.
In relazione alla particolare destinazione d'uso dell'edificio dove verrà installato l'impianto antintrusione dovranno essere applicate anche le norme CEI 79-3 e 79-3 VI.

Art. 119 Modanature - Profilature di finitura - Schermature

Tutti i legnami dovranno avere un'adeguata stagionatura, superfici piane, lisce e conformi all'uso cui saranno destinate; dovranno essere, inoltre, trattati con prodotti contro l'azione dei parassiti e qualunque tipo di deterioramento proveniente dall'ambiente di esposizione.
I trattamenti protettivi non dovranno causare alterazioni nella forma e nel colore del legno né pregiudicare, in alcun modo, le fasi di lavorazione e verniciatura.
Le diverse parti componenti le opere in legno dovranno essere collegate solidamente fra loro con particolare riguardo a quelle destinate a trasmettere sollecitazioni strutturali.
Il materiale, le lavorazioni, i prodotti ed i trattamenti necessari dovranno essere conformi alla normativa vigente o approvati da istituti di settore o universitari di comprovata esperienza.
I giunti dovranno avere la forma e le dimensioni fissate dal progetto realizzando una perfetta corrispondenza dei piani senza l'uso di spessori od altri materiali.
Tutte le pareti destinate ad alloggiamenti particolari (incassati nei muri) od esposte in ambienti particolarmente aggressivi od in prossimità di fonti di calore, etc. dovranno essere protette con trattamenti, oltre a quelli già indicati e sempre a carico dell'Appaltatore, ed isolamenti adatti alle condizioni d'uso.

Art. 120 Vetrate con cristallo

I materiali da impiegare in tutte le opere in vetro dovranno corrispondere alle caratteristiche di progetto, alla normativa vigente ed alle disposizioni fornite dal Direttore dei lavori.
I vetri piani saranno del tipo semplice, con spessori dai 3 ai 12 mm. (lo spessore sarà misurato in base alla media aritmetica degli spessori rilevati al centro dei quattro lati della lastra) e tolleranze indicate dalle norme UNI EN 572-1-7 mentre per le

caratteristiche dei materiali dovranno essere osservate le specifiche riportate nella norma UNI 7440 ed i relativi metodi riportati dalla norma stessa per l'effettuazione delle prove e dei controlli sulle lastre di vetro.

Saranno considerate lastre di cristallo trattato i vetri piani colati e laminati con trattamento delle superfici esterne tale da renderle parallele e perfettamente lucide.

I cristalli di sicurezza saranno suddivisi, secondo le norme indicate, nelle seguenti 4 classi:

- 1) sicurezza semplice, contro le ferite da taglio e contro le cadute nel vuoto;
- 2) antivandalismo, resistenti al lancio di cubetti di porfido;
- 3) anticrimine, suddivisi in tre sottoclassi, in funzione della resistenza all'effetto combinato di vari tipi di colpi;
- 4) antiproiettile, suddivisi in semplici ed antischeggia.

Si definiscono, infine, cristalli greggi le lastre di cristallo caratterizzate dall'assenza del processo di lavorazione finale dopo la colatura e laminatura e con le facce esterne irregolari, trasparenti alla sola luce e con eventuali motivi ornamentali.

I vetri stratificati, costituiti da vetri e cristalli temperati dovranno rispondere alle caratteristiche indicate dalle suddette norme e saranno composti da una o più lastre di vario spessore, separate da fogli di PVB o simili, con spessori finali ≥ 20 mm. fino ad un max di 41 mm. nel caso di vetri antiproiettile.

Tutte le lastre dovranno essere trasportate e stoccate in posizione verticale, in particolare per lastre accoppiate si dovrà provvedere in modo tale che le superfici di appoggio siano sempre ortogonali fra loro per non introdurre sollecitazioni anomale sui giunti di tenuta.

Nella fornitura e posa in opera l'Appaltatore è tenuto ad usare tutti gli accorgimenti necessari (supporti elastici, profondità di battuta, etc.) per impedire deformazioni, vibrazioni o difetti di installazione.

I sigillanti impiegati saranno resistenti ai raggi ultravioletti, all'acqua ed al calore (fino ad 80° C.) e conformi alle caratteristiche richieste dai produttori delle lastre di vetro, normali o stratificate, cui verranno applicati.

Per la sigillatura di lastre stratificate o a camere d'aria dovranno essere impiegati sigillanti di tipo elastomerico restando comunque vietato l'uso di sigillanti a base d'olio o solventi.

La posa in opera delle lastre di vetro comprenderà qualunque tipo di taglio da eseguire in stabilimento od in opera e la molatura degli spigoli che, nel caso di lastre di grandi dimensioni, dovrà essere effettuata sempre prima della posa. Durante la posa ed il serraggio delle lastre di vetro si dovranno osservare e rispettare tutti gli accorgimenti previsti per la dilatazione termica o le eventuali sollecitazioni strutturali ed esterne.

Tutte le suddette prescrizioni, oltre ad eventuali specifiche particolari, sono valide anche per opere con elementi di vetro strutturale (profilati ad U), per strutture in vetrocemento, lucernari, coperture speciali, etc.

Le caratteristiche specifiche di alcuni tipi di opere in vetro sono riportate nel seguente elenco:

- 1) vetrate isolanti acustiche realizzate in misure fisse composte da due cristalli dello spessore di mm. 4, coefficienti di trasmissione termica " $k=3,00-3,40$ watt/m $^{\circ}$ C" con distanziatore butilico o metallico, sigillato perimetralmente con polisolfuri ed intercapedine di 6-9-12 mm.;

- 2) cristalli di sicurezza stratificati tipo "Visarm" composti da due cristalli uniti tra loro con un foglio di plastica perfettamente trasparente polivinilbutirrale negli spessori 6/7, 8/9, 10/11, 11/12, 19/21;
- 3) cristalli di sicurezza stratificati tipo "Blindovis" composti da tre cristalli uniti tra loro da due fogli di plastica perfettamente trasparente polivinilbutirrale negli spessori 18/19, 26/27, 36/38;
- 4) pareti vetrate con profili di vetro "U-Glass" disposti a greca o a pettine da fornire e porre in opera complete di guarnizioni in gomma da posizionare agli attacchi con l'armatura metallica, mastici speciali ai siliconi da impiegare tra costa e costa dei profilati, ancoraggi adeguati ai carichi cui verrà sottoposta la parte vetrata realizzata con:
 - a) profili normali modulo mm. 270;
 - b) profili armati modulo mm. 270.
- 5) lastre in polimetilmetacrilato estruso dello spessore di mm. 3 e con caratteristiche di trasparenza di ottimo grado da inserire su serramenti, telai in legno o metallici con l'impiego di idonee guarnizioni, sigillanti e collanti a base di silicone per garantire una perfetta tenuta esterna;
- 6) cupole a pianta circolare o quadrata realizzate con l'impiego di lastre acriliche colate, trasparenti della migliore qualità (plexiglas, perspex e simili) da posizionare su supporti in calcestruzzo, legno o metallo con possibilità di apertura (e asta di comando per dispositivo di apertura) o a chiusura fissa dotate di guarnizioni impermeabili, sigillature e ancoraggi.

Art. 121 Documentazione degli interventi di restauro

Nell'ottica della documentazione dovrà, necessariamente, assumere fondamentale importanza, specialmente se rapportato al "piano di manutenzione" del manufatto, tutto quanto concerne la registrazione delle informazioni delle operazioni di restauro realmente eseguite.

Nella documentazione di corredo di fine lavori dell'intervento di restauro dovranno, necessariamente, essere compilate delle schede di restauro dove sarà cura dell'operatore in contraddittorio con il *Direttore dei lavori* appuntare le eventuali modifiche apportate durante i lavori rispetto alle previsioni progettuali in considerazione degli esiti delle campionature effettuate in c.o. ed approvate dal Direttore dei lavori. Nel caso in cui la D.L. non avesse preliminarmente redatto schede di questo tipo sarà cura dell'Appaltatore redigerle. Le informazioni peculiari che dovranno essere riportate sono le seguenti:

- tipo di prodotto utilizzato con relativo nome commerciale affiancato dall'eventuale sigla industriale e nome della ditta produttrice, in considerazione del fatto che alcune fabbriche producono un'ampia gamma del medesimo prodotto. Questa attenzione dovrà essere adottata non solo per i prodotti di tipo chimico ma anche per le calce, gli inerti e i prodotti premiscelati (intonaci, integgiature ecc.);
- solvente utilizzato (ad esempio: acqua, acetone, diluenti nitro, trielina, acquaragia ecc.); risulta importante conoscere: il tipo di solvente utilizzato, dal momento che può influenzare vari fattori tra i quali: la penetrazione della resina nel supporto (se una soluzione è resa più viscosa da un solvente questa riuscirà con più difficoltà a penetrare

nel materiale da consolidare), l'eventuale resa "estetica" della resina applicata sulla superficie corticale (effetto perlante), la volatilità e, di conseguenza, il tempo di "essiccazione" della resina (un solvente molto volatile può, a causa della veloce evaporazione, trasportare in superficie la resina dando vita a strati superficiali con conseguente limitata distribuzione della resina in profondità);

- tipo di diluizione usata: è importante riportare: il tipo di concentrazione o di diluizione a seconda se si tratta rispettivamente di soluzioni (p/v) o emulsioni (v/v) (per determinare il rapporto tra legante ed inerte si ricorrerà al rapporto v/v ad es. calce idraulica 1 parte (volume), grassello di calce 3 parti (volume), sabbia silicea lavata 8 parti (volume), cocci pesto 2 parti (volume), il rapporto legante-inerte che ne risulta è pari a 1:2,5), le sabbie impiegate nell'impasto (che dovrebbero essere asciutte, se si ricorre a sabbie umide, come normalmente capita in cantiere- si dovrà tenere conto di incrementare il loro volume mediamente del 15-20% rispetto a quello che si sarebbe impiegato nel caso di sabbie asciutte);
- numero e modalità di applicazione (a spruzzo, a pennello, a tasca, per percolazione, per iniezione ecc.), queste informazioni sono utili per verificare l'efficacia o meno di un trattamento nel tempo e per riprodurlo o, eventualmente, modificarlo.

Definizioni

Dispersione: miscela eterogenea nella quale il soluto è presente come aggregato di molecole soprattutto solidi costituiti da macromolecole (tipo certe resine sintetiche).

Soluzione: miscela omogenea di molecole in cui la componente solida (resina) è disciolta in un solvente liquido (ad. es. acqua, acetone, trielina, diluenti nitro ecc.), il calcolo della percentuale si realizza, pertanto, con il rapporto peso (solido) su volume (solvente) che si esprimerà p/v. Nelle soluzioni, le particelle solide sono equidistanti e circondate dal solvente, che ha la funzione di lubrificante facendole scivolare facilmente l'una sull'altra. Le soluzioni sono facilmente assorbite dal sistema capillare dei materiali dove sono depositate dall'evaporazione del solvente, il quale, una volta completamente evaporato, consente alla resina di riacquistare le proprie caratteristiche iniziali. Le soluzioni sono sempre trasparenti e la loro viscosità è, generalmente, bassa.

Emulsione: composto dove due elementi non miscelabili (resina ed acqua) sono tenuti uniti da elementi (detti tensioattivi o saponi) capaci di legarsi con entrambi. Il calcolo della percentuale si realizza, pertanto, con il rapporto volume (prodotto da diluire) su volume (solvente) che si esprimerà v/v. Le emulsioni sono sempre lattiginose, hanno notevoli poteri adesivi ma, una volta secche, sono difficili da rimuovere. Un'emulsione è formata da microsfele con un attrito interno piuttosto alto, pertanto, a parità di concentrazione, un'emulsione è più viscosa di una soluzione. Generalmente sono utilizzate su fessure o distacchi medio-piccoli, su cui la resina in soluzione tenderebbe ad essere troppo fluida e a non colmare i vuoti fra le fessure.

Concentrazioni: si parlerà di concentrazione nel caso di dissoluzione di un solido in un liquido e verrà indicata con il rapporto p/v. (ad es. un'etichetta che riporta la sigla p/v 5% indicherà che 5 grammi di prodotto solido sono stati disciolti in 100 ml di solvente); un altro modo semplice per esprimere la concentrazione è la percentuale in peso, che dice quanti grammi di soluto sono presenti in 100 grammi di soluzione, intesa come

insieme di solvente e di soluto (% in peso).

Diluizioni: si parlerà di diluizione nel caso di miscela di un liquido in un altro liquido, verrà indicata con il rapporto v/v. Il principio corretto per realizzare nonché indicare la reale diluizione sarà il seguente: un'etichetta che riporta la sigla v/v 20% dovrà indicare che 20 ml di un liquido sono stati mescolati a 80 ml (e non come sovente erroneamente accade a 100 ml) di un altro liquido (solvente); ne risulteranno 100 ml di soluzione il cui il primo liquido (ad es. una resina acrilica in emulsione) sarà presente nella misura di 20 ml.

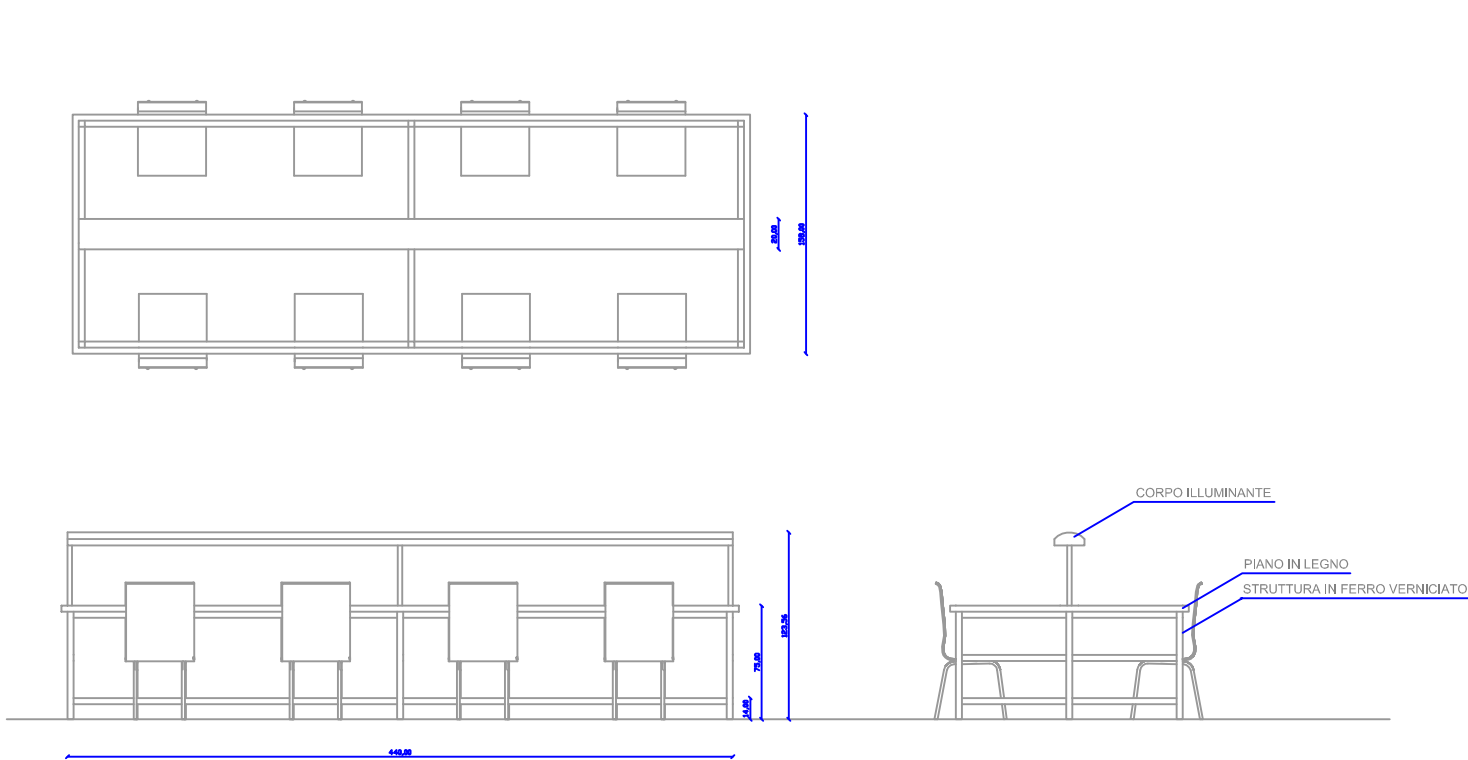
Letto, approvato e sottoscritto

Napoli lì

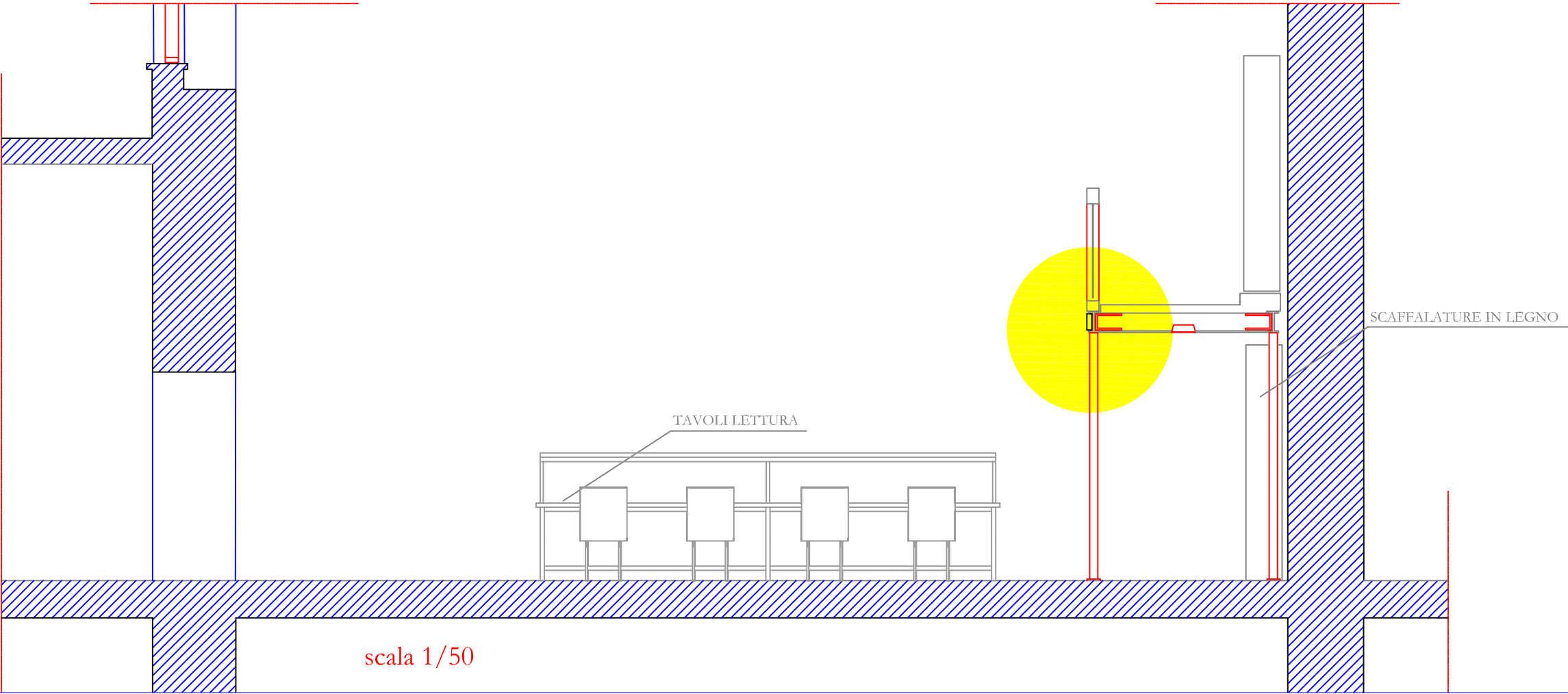
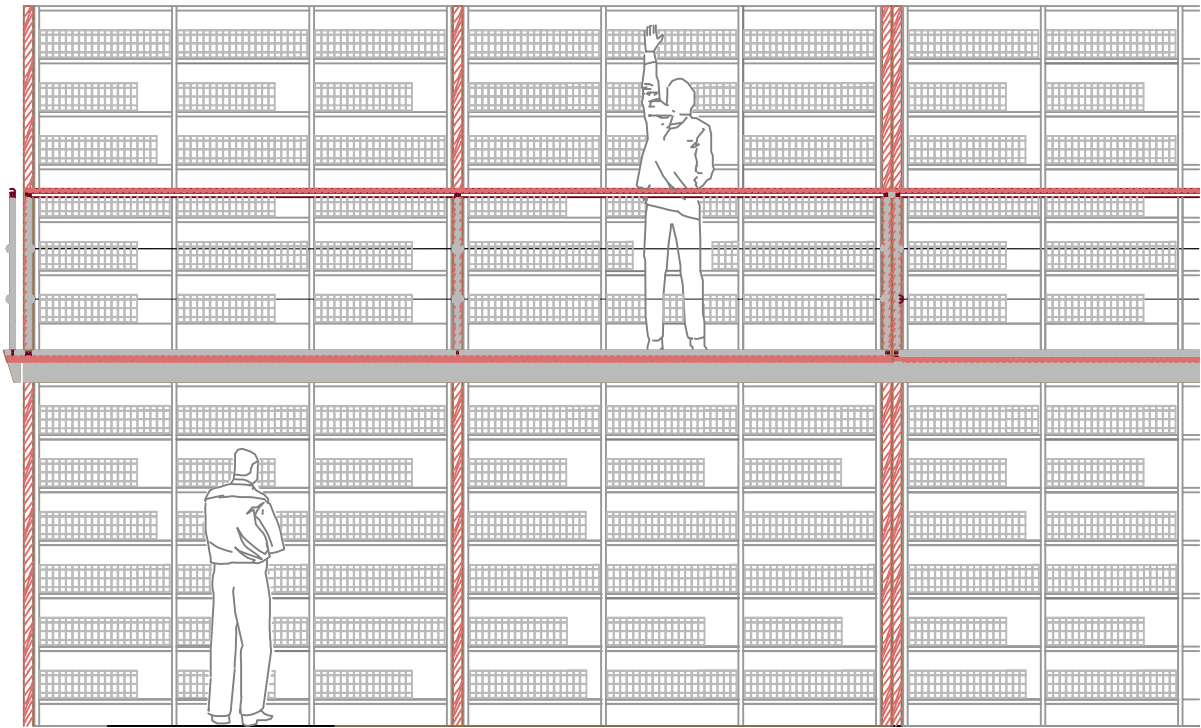
La Stazione Appaltante

L'Appaltatore

GRAFICI ARREDI - 1



scala 1/50



scala 1/50

GRAFICI ARREDI - 2

