Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo

DIREZIONE REGIONALE PER I BENI CULTURALI E PAESAGGISTICI DELLA CALABRIA

SOPRINTENDENZA PER I BENI ARCHEOLOGICI DELLA CALABRIA

COMUNE DI CURINGA

(Provincia di CATANZARO)

Lavori di	
INTERVENTO DI VALORIZZAZIONE DELLE TERME ROMANE DI CURINGA (CZ) IN FRAZ. ACCONIA	
CUP: F48I1300160000	**CIG:**

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

art. 53, comma 4, periodi secondo, quarto e quinto, del decreto legislativo n. 163 del 2006
(articoli 43, commi 3, 4, 5 e 7, e 138, commi 1 e 2, del d.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207)

Contratto a misura

		importi in euro
1	Importo esecuzione lavori a misura	465.469,33
2	Oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza	10.000,00
T	**Totale appalto (1 + 2)**	**475.469,33**

N.B . Sono escluse dall'appalto le voci di computo metrico relative a forniture contraddistinte con i n° 4-5-90-91-92-93-94-95-96-97 (forniture) per un importo complessivo di € 53.258,24-

Il responsabile del servizio *Il progettista*

Il responsabile del procedimento

tenzione:
Le aggiunte in colore verde sono da utilizzare esclusivamente nel caso di appalti da aggiudicare con il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa, ai sensi dell'articolo 83 del decreto legislativo n. 163 del 2006. Sopprimere il testo in colore verde nel caso di appalti da aggiudicare con il criterio dell'offerta di prezzo ai sensi dell'articolo 82 dello stesso decreto.

Sommario

PARTE PRIMA: Definizione tecnica ed economica dell'appalto

TITOLO I – Definizione economica e rapporti contrattuali

Capo 1 - NATURA E OGGETTO DELL'APPALTO
Art. 1 Oggetto dell'appalto e definizioni .....
Art. 2 Ammontare dell'appalto e importo del contratto .....
Art. 3 Modalità di stipulazione del contratto .....
Art. 4 Categorie dei lavori .....
Art. 5 Gruppi di lavorazioni omogenee, categorie contabili .....

Capo 2 – DISCIPLINA CONTRATTUALE
Art. 6 Interpretazione del contratto e del capitolato speciale d'appalto .....
Art. 7 Documenti che fanno parte del contratto .....
Art. 8 Disposizioni particolari riguardanti l'appalto .....
Art. 9 Fallimento dell'appaltatore .....
Art. 10 Rappresentante dell'appaltatore e domicilio; direttore di cantiere .....
Art. 11 Norme generali sui materiali, i componenti, i sistemi e l'esecuzione .....
Art. 12 Convenzioni europee in materia di valuta e termini .....

Capo 3 - TERMINI PER L'ESECUZIONE
Art. 13 Consegna e inizio dei lavori .....
Art. 14 Termini per l'ultimazione dei lavori .....
Art. 15 Proroghe .....
Art. 16 Sospensioni ordinate dalla DL .....
Art. 17 Sospensioni ordinate dal RUP .....
Art. 18 Penali in caso di ritardo - Premio di accelerazione [(1)] .....
Art. 19 Programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore e Piano di qualità [(2)] .....
Art. 20 Inderogabilità dei termini di esecuzione .....
Art. 21 Risoluzione del contratto per mancato rispetto dei termini .....

Capo 4 - CONTABILIZZAZIONE DEI LAVORI
Art. 22 Lavori a misura .....
Art. 23 Eventuale lavoro a corpo .....
Art. 24 Eventuali [(3)] lavori in economia .....
Art. 25 Valutazione dei manufatti e dei materiali a piè d'opera .....

Capo 5 - DISCIPLINA ECONOMICA
Art. 26 Anticipazione del prezzo .....
Art. 27 Pagamenti in acconto .....
Art. 28 Pagamenti a saldo .....
Art. 29 Ritardi nel pagamento delle rate di acconto .....
Art. 30 Ritardi nel pagamento della rata di saldo .....
Art. 31 Revisione prezzi e adeguamento del corrispettivo .....
Art. 32 Anticipazione del pagamento di taluni materiali .....
Art. 33 Cessione del contratto e cessione dei crediti .....

Capo 6 - CAUZIONI E GARANZIE
Art. 34 Cauzione provvisoria .....
Art. 35 Cauzione definitiva .....
Art. 36 Riduzione delle garanzie .....
Art. 37 Obblighi assicurativi a carico dell'appaltatore .....

Capo 7 - DISPOSIZIONI PER L'ESECUZIONE
Art. 38 Variazione dei lavori .....
Art. 39 Varianti per errori od omissioni progettuali .....
Art. 40 Prezzi applicabili ai nuovi lavori e nuovi prezzi .....

Capo 8 - DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA
Art. 41 Adempimenti preliminari in materia di sicurezza .....
Art. 42 Norme di sicurezza generali e sicurezza nel cantiere .....
Art. 43 Piano di sicurezza e di coordinamento / sostitutivo [(4)] .....
Art. 44 Modifiche e integrazioni al piano di sicurezza .....
Art. 45 Piano operativo di sicurezza .....
Art. 46 Osservanza e attuazione dei piani di sicurezza .....

Capo 9 - DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO
Art. 47 Subappalto .....
Art. 48 Responsabilità in materia di subappalto .....
Art. 49 Pagamento dei subappaltatori .....

Capo 10 - CONTROVERSIE, MANODOPERA, ESECUZIONE D'UFFICIO
Art. 50 Accordo bonario e transazione .....
Art. 51 Definizione delle controversie .....
Art. 52 Contratti collettivi e disposizioni sulla manodopera .....
Art. 53 Documento Unico di Regolarità Contributiva (DURC) .....
Art. 54 Risoluzione del contratto - Esecuzione d'ufficio dei lavori .....

Capo 11 - DISPOSIZIONI PER L'ULTIMAZIONE
Art. 55 Ultimazione dei lavori e gratuita manutenzione .....
Art. 56 Termini per il collaudo o per l'accertamento della regolare esecuzione .....
Art. 57 Presa in consegna dei lavori ultimati .....

Capo 12 - NORME FINALI
Art. 58 Oneri e obblighi a carico dell'appaltatore .....
Art. 59 Conformità agli standard sociali .....
Art. 60 Proprietà dei materiali di scavo e di demolizione .....
Art. 61 Utilizzo di materiali recuperati o riciclati .....
Art. 62 Terre e rocce da scavo .....
Art. 63 Custodia del cantiere .....
Art. 64 Cartello di cantiere .....
Art. 65 Eventuale sopravvenuta inefficacia del contratto .....
Art. 66 Tracciabilità dei pagamenti .....
Art. 67 Spese contrattuali, imposte, tasse .....

ALLEGATI AL TITOLO I DELLA PARTE PRIMA
Allegato A – Elaborati integranti il progetto a base di gara .....
Allegato B – Cartello di cantiere .....
Allegato C – Riepilogo degli elementi principali del contratto .....

TITOLO II – Definizione tecnica dei lavori non deducibile da altri elaborati

PARTE SECONDA – SPECIFICAZIONE DELLE PRESCRIZIONI TECNICHE

PARTE PRIMA

Definizione tecnica ed economica dell'appalto

Titolo I – Definizione economica e rapporti contrattuali

CAPO 1. NATURA E OGGETTO DELL'APPALTO

Art. 1. Oggetto dell'appalto e definizioni

1. L'oggetto dell'appalto consiste nell'esecuzione di tutti i lavori e forniture necessari per la realizzazione dell'intervento di cui al comma 2.
2. L'intervento è così individuato:
   a) denominazione conferita dalla Stazione appaltante: INTERVENTO DI VALORIZZAZIONE E TUTELA DELLE TERME ROMANE IN ACCONIA DI GURINGA
   b) descrizione sommaria: L'INTERVENTO PREVEDE: LA REALIZZAZIONE DI OPERE DI RESTAURO DELLE COMPAGINI MUARIE DELLE TERME, LA REALIZZAZIONE DI UN EDIFICIO A SERVIZIO DEL COMPLESSO ARCHEOLOGICO PER LE ATTIVITA' DI ACCOGLIENZA E DI SERVIZIO, LA REALIZZAZIONE DI PERCORSI E DI AREE ATTREZZATE, LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTI ELETTRICI, DI ILLUMINAZIONE E DI SICUREZZA.

      _____;
   c) ubicazione: COMUNE DI GURINGA (CZ) - FRAZIONE ACCONIA
3. 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 capitolato speciale d'appalto, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto esecutivo con i relativi allegati, con riguardo anche ai particolari costruttivi e ai progetti , [(5)] dei quali l'appaltatore dichiara di aver preso completa ed esatta conoscenza. ***(solo in caso di appalto con il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa, aggiungere il seguente periodo)*** Sono altresì compresi, senza ulteriori oneri per la Stazione appaltante, i miglioramenti e le previsioni migliorative e aggiuntive contenute nell'offerta tecnica presentata dall'appaltatore e recepite dalla Stazione appaltante.
4. 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; trova sempre applicazione l'articolo 1374 del codice civile.
5. Anche ai fini dell'articolo 3, comma 5, della legge n. 136 del 2010 e dell'articolo 65, comma 4, sono stati acquisiti i seguenti codici:

Codice identificativo della gara (CIG)	Codice Unico di Progetto (CUP)
_____	**F48I1300160000**

6. Nel presente Capitolato sono assunte le seguenti definizioni:
   a) **Codice dei contratti**: il decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163;
   b) **Regolamento generale**: il decreto del Presidente della Repubblica 5 ottobre 2010, n. 207 - Regolamento di esecuzione ed attuazione del Codice dei contratti pubblici;
   c) **Capitolato generale**: il capitolato generale d'appalto approvato con decreto ministeriale 19 aprile 2000, n. 145;

d) **Decreto n. 81 del 2008**: il decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;

e) **Stazione appaltante**: il soggetto giuridico che indice l'appalto e che sottoscriverà il contratto; qualora l'appalto sia indetto da una Centrale di committenza, per Stazione appaltante si intende l'Amministrazione aggiudicatrice, l'Organismo pubblico o il soggetto, comunque denominato ai sensi dell'articolo 32 del Codice dei contratti, che sottoscriverà il contratto;

f) **Appaltatore**: il soggetto giuridico (singolo, raggruppato o consorziato), comunque denominato ai sensi dell'articolo 34 del Codice dei contratti, che si è aggiudicato il contratto;

(scegliere una delle seguenti opzioni)

(opzione 1: stazioni appaltanti che sono amministrazioni pubbliche o enti pubblici)

g) **RUP**: Responsabile unico del procedimento di cui all'articolo 10 del Codice dei contratti e agli articoli 9 e 10 del Regolamento generale;

(opzione 2: stazioni appaltanti diversi dalle amministrazioni pubbliche e dagli enti pubblici)

g) **RUP**: il soggetto incaricato dalla Stazione appaltante a svolgere i compiti di norma affidati al Responsabile unico del procedimento, ai sensi dell'articolo 10, comma 9, del Codice dei contratti;

(in ogni caso)

h) **DL**: l'ufficio di Direzione dei lavori, di cui è titolare la DL, tecnico incaricato dalla Stazione appaltante ai sensi dell'articolo 130 del Codice dei contratti e degli articoli da 147 a 149 del Regolamento;

i) **DURC**: il Documento unico di regolarità contributiva previsto dagli articoli 6 e 196 del Regolamento generale;

l) **SOA**: l'attestazione SOA che comprova la qualificazione per una o più categorie, nelle pertinenti classifiche, rilasciata da una Società Organismo di Attestazione, in applicazione dell'articolo 40 del Codice dei contratti e degli articoli da 60 a 96 del Regolamento generale;

(scegliere una delle seguenti opzioni)

(opzione 1: lavori che richiedono obbligatoriamente il Piano di sicurezza e coordinamento)

m) **PSC**: il Piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 100 del Decreto n. 81 del 2008;

(opzione 2: lavori minori che non richiedono il Piano di sicurezza e coordinamento)

m) **PSS**: il Piano di sicurezza sostitutivo di cui di all'articolo 131, comma 1, lettera b), del Codice dei contratti, sostitutivo del PSC;

(in ogni caso)

n) **POS**: il Piano operativo di sicurezza di cui di all'articolo 131, comma 1, lettera c), del Codice dei contratti e agli articoli 89, comma 1, lettera h) e 96, comma 1, lettera g), del Decreto n. 81 del 2001;

o) **Costo del personale**: il costo cumulato del personale impiegato, detto anche costo del lavoro, stimato dalla Stazione appaltante sulla base della contrattazione collettiva nazionale e della contrattazione integrativa, comprensivo degli oneri previdenziali e assicurativi, al netto delle spese generali e degli utili d'impresa, di cui all'articolo 39, comma 3, del Regolamento, agli articoli 82, comma 3-bis, 86, comma 3-bis, e 89, comma 3, del Codice dei contratti, nonché all'articolo 26, comma 6, del Decreto n. 81 del 2008;

p) **Costi di sicurezza aziendali**: i costi che deve sostenere l'Appaltatore per l'adempimento alle misure di sicurezza aziendali, specifiche proprie dell'impresa, connesse direttamente alla propria attività lavorativa e remunerati all'interno del corrispettivo previsto per le singole lavorazioni, nonché per l'eliminazione o la riduzione dei rischi pervisti dal Documento di valutazione dei rischi, di cui all'articolo 32, comma 4, lettera o), del Regolamento, agli articoli 82, comma 3-bis, 86, comma 3-bis, 87, comma 4, secondo periodo, del Codice dei contratti, nonché all'articolo 26, comma 3, quinto periodo e comma 6, del Decreto n. 81 del 2008;

q) **Oneri di sicurezza**: gli oneri per l'attuazione del PSC, relativi ai rischi da interferenza e ai rischi particolari del cantiere oggetto di intervento, di cui all'articolo 16, comma 1, lettera a.2), del Regolamento, agli articoli 86, comma 3-ter, 87, comma 4, primo periodo, e 131, del Codice dei contratti, nonché all'articolo 26, commi 3, primi quattro periodi, 3-ter e 5, del Decreto n. 81 del 2008;

(per appalti da aggiudicare mediante offerta a prezzi unitari)

r) **Lista per l'offerta**: la lista delle lavorazioni e forniture previste per la esecuzione dell'opera o dei lavori, di cui all'articolo 82, comma 3, del Codice dei contratti e all'articolo 119 del Regolamento generale.

Art. 2. Ammontare dell'appalto e importo del contratto

(scegliere una delle seguenti due opzioni)

(Opzione 1: senza lavori in economia contrattuali ex art. 179 del Regolamento)

1. L'importo dell'appalto posto a base dell'affidamento è definito dalla seguente tabella:

	Importi in euro				**a misura (M)**
1	**Lavori (L) a misura**				**465.469,33**
di cui	*1.a* *Costo del personale (CP)*				***125.510,76***
	1.c *Lavori al netto di (CP + CS)*				***339.958,57***
	Importi in euro	**a corpo (C)**	**a misura (M)**	**in economia (E)**	**TOTALE (465.469,33)**
2	**Oneri di sicurezza da PSC (OS)**				**10.000,00**
T	**IMPORTO TOTALE APPALTO (1 + 2)**				**475.469,33**

(nell'ambito dell'opzione 1, scegliere una delle seguenti sub-opzioni)

(sub-opzione 1.a: - AVCP – costo del personale e costi di sicurezza aziendali interni all'importo lavori soggetti a ribasso)

2. L'importo contrattuale sarà costituito dalla somma dei seguenti importi, riportati nella tabella del comma 1:
   a) importo dei lavori (L) determinato al rigo 1, al netto del ribasso percentuale offerto dall'appaltatore in sede di gara sul medesimo importo;
   b) importo degli Oneri di sicurezza (OS) determinato al rigo 2.
3. Non è soggetto a ribasso l'importo degli Oneri di sicurezza (OS) determinato al rigo 2 della tabella di cui al comma 1.
4. Ai fini dei commi 2 e 3, gli importi sono distinti in soggetti a ribasso e non soggetti a ribasso, come segue:

	Importi in euro	**soggetti a ribasso**	**NON soggetti a ribasso**
1	Lavori (L)	465.469,33	
2	Oneri di sicurezza da PSC (OS)		10.000,00

N.B. L'OPERATORE ECONOMICO, AL FINE DI NON INCORRERE IN OFFERTA ANORMALMENTE BASSA DOVRA' IN OGNI CASO TENERE CONTO NELL'OFFERTA DEL COSTO DELLA MANODOPERA INDICATO AI PUNTI PRECEDENTI

(in ogni caso, sia per l'opzione 1 che per l'opzione 2)

3. I prezzi contrattuali di cui al comma 2 sono vincolanti anche per la definizione, valutazione e contabilizzazione di eventuali varianti, addizioni o detrazioni in corso d'opera, se ammissibili ed ordinate o autorizzate ai sensi dell'articolo 132 del Codice dei contratti.
4. I rapporti ed i vincoli negoziali si riferiscono agli importi come determinati ai sensi dell'articolo 2, commi 2 e 3. ***(solo in caso di appalto col criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa, aggiungere)*** I vincoli negoziali di natura economica, come determinati ai sensi del presente articolo, sono insensibili al contenuto dell'offerta tecnica presentata dall'appaltatore e restano invariati anche dopo il recepimento di quest'ultima da parte della Stazione appaltante.

5. Il contratto dovrà essere stipulato, a pena di nullità, con atto pubblico notarile informatico, ovvero, in modalità elettronica secondo le norme vigenti per la Stazione appaltante, in forma pubblica amministrativa a cura dell'Ufficiale rogante dell'amministrazione aggiudicatrice o mediante scrittura privata.

Art. 4. Categorie dei lavori

-

(sub-opzione 2.b: <u>con</u> categorie scorporabili)

1. Ai sensi dell'articolo 61 del Regolamento generale e in conformità all'allegato «A» al predetto Regolamento generale, i lavori sono classificati nella categoria prevalente di opere generali/specializzate [6] **«OG2 »** per un importo complessivo **€ 344.116,18 (pari in percentuale al 72,37%)** che comprende tutte le lavorazioni diverse dalle categorie specialistiche sotto riportate, ivi compresi gli impianti e le opere connesse, complementari e accessorie . [7]

2. Ai sensi degli articoli 107, 108 e 109 del Regolamento generale, le parti di lavoro appartenenti alla/e categoria/e diversa/e da quella prevalente, con i relativi importi, sono riportate nel seguito. Tali parti di lavoro sono scorporabili e, a scelta dell'appaltatore, subappaltabili, alle condizioni di legge e del presente Capitolato speciale, fatti salvi i limiti, i divieti e le prescrizioni che seguono: [8]

(solo se sono presenti opere generali - serie OG - oppure opere specializzate a qualificazione obbligatoria così individuate nell'allegato A al Regolamento generale, di importo superiore al 10% dell'importo totale dell'appalto, non ricadenti nella fattispecie precedente) [9]

b) ai sensi dell'articolo 109, comma 2, del Regolamento generale, i lavori appartenenti alla/e categoria/e generale/i nonché alla/e categoria/e specializzata/e indicata/e a «qualificazione obbligatoria» nell'allegato «A» al Regolamento generale, di importo superiore al 10% (dieci per cento) dell'importo dell'appalto, diversa/e da quella/e di cui alla precedente lettera a), [10] indicati nel bando di gara / nella lettera di invito [11], devono essere realizzati dall'appaltatore solo se in possesso dei requisiti di qualificazione per la pertinente categoria; in caso contrario devono essere realizzati da un'impresa mandante in raggruppamento temporaneo. Se l'appaltatore, direttamente o tramite un'impresa mandante in raggruppamento temporaneo, non possiede i requisiti per la/le predetta/e categoria/e, deve obbligatoriamente indicare in sede di gara i relativi lavori come da subappaltare; in tal caso concorrono all'importo della categoria prevalente ai fini della qualificazione in questa, ai sensi dell'articolo 92, comma 1, secondo periodo, del Regolamento generale. In ogni caso l'esecutore (sia esso l'appaltatore singolo, l'impresa mandante o il subappaltatore) deve essere in possesso dei requisiti necessari. I predetti lavori, con i relativi importi, sono individuati come segue:

	declaratoria:	*categoria*	*importo (> 10%)*	*classifica*	*% sul totale*
1)	Restauro di superfici architettoniche decorate	**OS2**	**105.438,05**		**22,18%**
2)	Scavi archeologici	**OS25**	**25.915,10**		**5,45%**

Art. 5. Categorie di lavorazioni omogenee, categorie contabili

1. Le categorie di lavorazioni omogenee di cui all'articolo 132, comma 3, del Codice dei contratti, agli articoli 3, comma 1, lettera s), 43, commi 7 e 8 e 161, comma 16, del Regolamento generale e all'articolo 38 del presente Capitolato speciale, sono indicati nella seguente tabella: [12]

n.	*categ.*	*Descrizione delle categorie (e sottocategorie disaggregate) di lavorazioni omogenee*	*Importi in euro*					*Incidenza %* (13)
			Lavori			*oneri sicurezza del PSC «2»*	*Totale «T = 1 + 2»*	
			Importo «1»	*di cui incidenze %*				
				costo del personale «CP»	*costi di sicurezza aziendali «CS»*			

1	O__							…….
2	O__							…….
3	O__							…….
		3.a		…….%				
		3.b		…….%				
4	O__							…….
5	O__							…….
6	O__							…….
7	O__							…….
8	O__							…….
		8.a		…….%				
		8.b		…….%				
		8.c		…….%				
		8.d		…….%				
9	O__							…….
10	O__							…….
11	O__							…….
		11.a		…….%				
		11.b		…….%				
		11.c		…….%				
12	O__							…….
13	O__							…….
TOTALE A MISURA								100,00
Eventuali [14] lavori in economia contrattuali								
TOTALE GENERALE APPALTO								

2. Gli importi a misura, indicati nella tabella di cui al comma 1, sono soggetti alla rendicontazione contabile ai sensi dell'articolo 23. Gli eventuali importi in economia saranno soggetti alla rendicontazione contabile ai sensi dell'articolo 24.
3. Per i seguenti lavori vige l'obbligo di esecuzione da parte di installatori aventi i requisiti di cui agli articoli 3 e 4 del d.m. (sviluppo economico) 22 gennaio 2008, n. 37:
   a) opere da : Impianti elettrici e di illuminazione _;
   b) opere da : impianti idrici ;
   c) opere da _____;
   d) opere da _____.

(solo per appalti da aggiudicare con il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa, aggiungere il seguente comma)

4. Le eventuali lavorazioni diverse o aggiuntive derivanti dall'offerta tecnica di cui all'articolo 3, comma 4, secondo periodo, non incidono sugli importi e sulle quote percentuali delle categorie di lavorazioni omogenee di cui al comma 1 del presente articolo, ai fini dell'individuazione del "quinto d'obbligo" di cui all'articolo 161, comma 16, del Regolamento generale.

CAPO 2 – DISCIPLINA CONTRATTUALE

Art. 6. Interpretazione del contratto e del capitolato speciale d'appalto

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 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, è fatta tenendo conto delle finalità del contratto e dei risultati ricercati con l'attuazione del progetto approvato; per ogni altra evenienza trovano applicazione gli articoli da 1362 a 1369 del codice civile.
4. Ovunque nel presente Capitolato si preveda la presenza di raggruppamenti temporanei e consorzi ordinari, la relativa disciplina si applica anche agli appaltatori organizzati in aggregazioni tra imprese aderenti ad un contratto di rete, nei limiti della compatibilità con tale forma organizzativa.

Art. 7. Documenti che fanno parte del contratto

1. 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, per quanto non in contrasto con il presente Capitolato speciale o non previsto da quest'ultimo;
   b) il presente Capitolato speciale comprese le tabelle allegate allo stesso, con i limiti, per queste ultime, descritti nel seguito in relazione al loro valore indicativo;
   c) tutti gli elaborati grafici e gli altri atti del progetto esecutivo, ivi compresi i particolari costruttivi, i progetti delle strutture e degli impianti, le relative relazioni di calcolo e la perizia geologica, come elencati nell'allegato «A», ad eccezione di quelli esplicitamente esclusi ai sensi del successivo comma 3 [(15)];
   d) l'elenco dei prezzi unitari come definito all'articolo 3;

   (scegliere una delle seguenti opzioni)

   (opzione 1: cantieri obbligati al coordinamento per la sicurezza ex decreto legislativo n. 81 del 2008)

   e) il piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 100 del Decreto n. 81 del 2008 e al punto 2 dell'allegato XV allo stesso decreto, nonché le proposte integrative al predetto piano di cui all'articolo 131, comma 2, lettera a), del Codice dei contratti e all'articolo 100, comma 5, del Decreto n. 81 del 2008, se accolte dal coordinatore per la sicurezza;

   (opzione 2: cantieri non soggetti al decreto legislativo n. 81 del 2008)

   e) il piano di sicurezza sostitutivo di cui all'articolo 131, comma 2, lettera b), del Codice dei contratti e al punto 3.1 dell'allegato XV al Decreto n. 81 del 2008 e il piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 100 del citato Decreto n. 81, eventualmente redatto nel corso dei lavori ai sensi dell'articolo 90, comma 5, dello stesso Decreto n. 81;

   (in ogni caso, sia per l'opzione 1 che per l'opzione 2)

f) il piano operativo di sicurezza di cui all'articolo 131, comma 2, lettera c), del Codice dei contratti, all'articolo 89, comma 1, lettera h), del Decreto n. 81 del 2008 e al punto 3.2 dell'allegato XV allo stesso decreto;

g) il cronoprogramma di cui all'articolo 40 del Regolamento generale;

h) le polizze di garanzia di cui agli articoli 35 e 37;

.

2. Sono contrattualmente vincolanti tutte le leggi e le norme vigenti in materia di lavori pubblici e in particolare:
   a) il Codice dei contratti;
   b) il Regolamento generale, per quanto applicabile;
   c) il decreto legislativo n. 81 del 2008, con i relativi allegati.
3. Non fanno invece parte del contratto e sono estranei ai rapporti negoziali:
   a) il computo metrico e il computo metrico estimativo;
   b) le tabelle di riepilogo dei lavori e la loro suddivisione per categorie omogenee, ancorché inserite e integranti il presente Capitolato speciale; esse hanno efficacia limitatamente ai fini dell'aggiudicazione per la determinazione dei requisiti speciali degli esecutori e ai fini della valutazione delle addizioni o diminuzioni dei lavori di cui all'articolo 132 del Codice dei contratti;
   c) le quantità delle singole voci elementari rilevabili dagli atti progettuali e da qualsiasi altro loro allegato;

   .

(solo in caso di appalto con il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa, aggiungere il seguente comma)

4. Fanno altresì parte del contratto, in quanto parte integrante e sostanziale del progetto di cui al comma 1, le relazioni e gli elaborati presentati dall'appaltatore in sede di offerta.

Art. 8. Disposizioni particolari riguardanti l'appalto

1. La sottoscrizione del contratto da parte dell'appaltatore equivale a dichiarazione di perfetta conoscenza e incondizionata accettazione anche dei suoi allegati, della legge, dei regolamenti e di tutte le norme vigenti in materia di lavori pubblici, nonché alla completa accettazione di tutte le norme che regolano il presente appalto, e del progetto per quanto attiene alla sua perfetta esecuzione.
2. Ai sensi dell'articolo 106, commi 2 e 3, del Regolamento generale, l'appaltatore dà atto, senza riserva alcuna, della piena conoscenza e disponibilità degli atti progettuali e della documentazione, della disponibilità dei siti, dello stato dei luoghi, delle condizioni pattuite in sede di offerta e ogni altra circostanza che interessi i lavori, che, come da apposito verbale sottoscritto col RUP, consentono l'immediata esecuzione dei lavori.

(per interventi complessi di cui all'art. 3, comma 1, lettera l), del Regolamento generale, aggiungere il seguente comma)

3. Ai sensi dell'articolo 43, comma 5, del Regolamento generale, costituisce parte integrante del presente Capitolato speciale il Piano per i controlli di cantiere finalizzato alla verifica della corretta realizzazione delle opere nelle varie fasi dei lavori, con la definizione del programma delle verifiche al fine di rilevare il livello prestazionale qualitativo e quantitativo. L'osservanza di tale Piano non esime in alcun modo l'appaltatore dalle proprie responsabilità assunte con l'appalto.

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 dagli articoli 136, 138 e 140 del Codice dei contratti.

2. Se l'esecutore è un raggruppamento temporaneo, in caso di fallimento dell'impresa mandataria o di una impresa mandante trovano applicazione rispettivamente i commi 18 e 19 dell'articolo 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'articolo 2 del capitolato generale d'appalto; 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'articolo 3 del capitolato generale d'appalto, le generalità delle persone autorizzate a riscuotere.
3. Se l'appaltatore non conduce direttamente i lavori, deve depositare presso la Stazione appaltante, ai sensi e nei modi di cui all'articolo 4 del capitolato generale d'appalto, il mandato conferito con atto pubblico a persona idonea, sostituibile su richiesta motivata della Stazione appaltante. La direzione del cantiere è assunta dal direttore tecnico dell'appaltatore o da altro tecnico, avente comprovata esperienza in rapporto alle caratteristiche delle opere da eseguire. L'assunzione della direzione di cantiere da parte del direttore tecnico avviene mediante delega conferita da tutte le imprese operanti nel cantiere, con l'indicazione specifica delle attribuzioni da esercitare dal delegato anche in rapporto a quelle degli altri soggetti operanti nel cantiere.
4. L'appaltatore, tramite il direttore di cantiere assicura l'organizzazione, la gestione tecnica e la conduzione del cantiere. La DL ha il diritto di esigere il cambiamento del direttore di cantiere e del personale dell'appaltatore per disciplina, incapacità o grave negligenza. L'appaltatore è in tutti i casi responsabile dei danni causati dall'imperizia o dalla negligenza di detti soggetti, nonché della malafede o della frode nella somministrazione o nell'impiego dei materiali.
5. Ogni variazione del domicilio di cui al comma 1, o delle persona di cui ai commi 2, 3 o 4, deve essere tempestivamente notificata Stazione appaltante; ogni variazione della persona di cui al comma 3 deve essere accompagnata dal deposito presso la Stazione appaltante del nuovo atto di mandato.

Art. 11. Norme generali sui materiali, i componenti, i sistemi e l'esecuzione

1. 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 componenti nonché, per quanto concerne la descrizione, i requisiti di prestazione e le modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro, tutte le indicazioni contenute o richiamate contrattualmente nel presente Capitolato speciale, negli elaborati grafici del progetto esecutivo e nella descrizione delle singole voci allegata allo stesso capitolato.
2. 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 rispettivamente l'articolo 167 del Regolamento generale e gli articoli 16 e 17 del capitolato generale d'appalto.
3. L'appaltatore, sia per sé che per i propri fornitori, deve garantire che i materiali da costruzione utilizzati siano conformi al d.P.R. 21 aprile 1993, n. 246.
4. L'appaltatore, sia per sé che per i propri eventuali subappaltatori, deve garantire che l'esecuzione delle opere sia conforme alle «Norme tecniche per le costruzioni» approvate con il decreto del Ministro delle infrastrutture 14 gennaio 2008 (in Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008).

Art. 12. Convenzioni in materia di valuta e termini

1. In tutti gli atti predisposti dalla Stazione appaltante i valori in cifra assoluta si intendono in euro.
2. In tutti gli atti predisposti dalla Stazione appaltante i valori in cifra assoluta, ove non diversamente specificato, si intendono I.V.A. esclusa.

3. Tutti i termini di cui al presente Capitolato speciale, 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. Consegna e inizio dei lavori

1. L'esecuzione dei lavori ha inizio dopo la stipula del formale contratto, in seguito a consegna, risultante da apposito verbale, da effettuarsi non oltre 45 giorni dalla predetta stipula, previa convocazione dell'esecutore.
2. Se nel giorno fissato e comunicato l'appaltatore non si presenta a ricevere la consegna dei lavori, la DL fissa un nuovo termine perentorio, non inferiore a 5 giorni e non superiore a 15; i termini per l'esecuzione decorrono comunque dalla data della prima convocazione. Decorso inutilmente il termine di anzidetto è facoltà della Stazione appaltante di risolvere il contratto e incamerare la cauzione, ferma restando la possibilità di avvalersi della garanzia fideiussoria al fine del risarcimento del danno, senza che ciò possa costituire motivo di pretese o eccezioni di sorta. Se è indetta una nuova procedura per l'affidamento del completamento dei lavori, l'appaltatore è escluso dalla partecipazione in quanto l'inadempimento è considerato grave negligenza accertata.

(scegliere una delle seguenti opzioni)

(opzione 1: appalti aggiudicati mediante procedure con pubblicazione di bando)

3. E' facoltà della Stazione appaltante procedere in via d'urgenza alla consegna dei lavori, anche nelle more della stipulazione formale del contratto, ai sensi dell'articolo 153, comma 1, secondo periodo e comma 4, del Regolamento generale e dell'articolo 11, comma 9, periodi terzo e quarto, e comma 12, del Codice dei contratti, se il mancato inizio dei lavori determina un grave danno all'interesse pubblico che l'opera appaltata è destinata a soddisfare, oppure la perdita di finanziamenti comunitari; [(16)] la DL provvede in via d'urgenza su autorizzazione del RUP e indica espressamente sul verbale le motivazioni che giustificano l'immediato avvio dei lavori, nonché le lavorazioni da iniziare immediatamente..

(in ogni caso, sia per l'opzione 1 che per l'opzione 2)

4. Il RUP accerta l'avvenuto adempimento degli obblighi di cui all'articolo 41 prima della redazione del verbale di consegna di cui al comma 1 e ne comunica l'esito alla DL. La redazione del verbale di consegna è subordinata a tale positivo accertamento, in assenza del quale il verbale di consegna è inefficace e i lavori non possono essere iniziati.
5. Le disposizioni sulla consegna di cui al comma 2, anche in via d'urgenza ai sensi del comma 3, si applicano anche alle singole consegne frazionate, in presenza di temporanea indisponibilità di aree ed immobili; 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. Il comma 2 si applica limitatamente alle singole parti consegnate, se l'urgenza è limitata all'esecuzione di alcune di esse.

(se, per la particolarità dei lavori, è prevista sin dall'origine la consegna frazionata in più parti)

6. Le disposizioni sulla consegna di cui al comma 2, anche in via d'urgenza di cui al comma 3, si applicano anche alle singole consegne frazionate, relative alle singole parti di lavoro nelle quali questo sia frazionato, come previsto dalla documentazione progettuale. In tal caso si provvede ogni volta alla compilazione di un verbale di consegna e l'ultimo di questi costituisce verbale di consegna definitivo anche ai fini del computo dei termini per l'esecuzione, se non diversamente determinati; a tale scopo si stabilisce sin d'ora che la consegna sarà frazionata come segue:

   a) _____;

   b) _____;

   c) _____.

(se sono previsti scavi)

7. L'impresa, al momento della consegna dei lavori, deve acquisire dal coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione, la dichiarazione di esenzione del sito dalle operazioni di bonifica bellica o, in alternativa, l'attestazione di liberatoria rilasciata dalla competente autorità militare dell'avvenuta conclusione delle operazioni di bonifica bellica del sito interessato, ai sensi del decreto luogotenenziale 12 aprile 1946, n. 320, del decreto legislativo del Capo provvisorio dello Stato 1 novembre 1947, n. 1768 e del Regolamento approvato con d.P.R. 5 dicembre 1983, n. 939. L'eventuale verificarsi di rinvenimenti di ordigni bellici nel corso dei lavori comporta la sospensione immediata degli stessi con la tempestiva di integrazione del piano di sicurezza e coordinamento e dei piani operativi di sicurezza, e l'avvio delle operazioni di bonifica ai sensi dell'articolo 91, comma 2-bis, del Decreto 81.
8. L'impresa, al momento della consegna dei lavori, dovrà attenersi nell'esecuzione degli scavi alle dirette disposizioni della Soprintendenza archeologica della Calabria sotto le dipendenze della quale l'intervento , su area tutelata archeologicamente, viene eseguito .

Art. 14. Termini per l'ultimazione dei lavori

1. Il tempo utile per ultimare tutti i lavori compresi nell'appalto è fissato in giorni **180 (centottanta**) naturali consecutivi decorrenti dalla data del verbale di consegna dei lavori.
2. Nel calcolo del tempo di cui al comma 1 è tenuto conto delle ferie contrattuali e delle ordinarie difficoltà e degli ordinari impedimenti in relazione agli andamenti stagionali e alle relative condizioni climatiche.
3. L'appaltatore si obbliga alla rigorosa ottemperanza al cronoprogramma dei lavori che potrà fissare scadenze inderogabili per l'approntamento delle opere necessarie all'inizio di forniture e lavori da effettuarsi da altre ditte per conto della Stazione appaltante oppure necessarie all'utilizzazione, prima della fine dei lavori e previa emissione del certificato di collaudo provvisorio/di regolare esecuzione [(17)] riferito alla sola parte funzionale delle opere.

(solo in caso di appalto con il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa che preveda, in sede di gara, l'offerta di riduzione dei tempi di esecuzione, aggiungere il seguente comma)

5. Il termine per ultimare i lavori di cui al comma 1 è il valore posto a base di gara; il termine contrattuale vincolante è determinato applicando al termine di cui al comma 1 la riduzione percentuale in ragione dell'offerta di ribasso sullo stesso termine, presentata dall'appaltatore in sede di gara; il cronoprogramma dei lavori di cui al comma 3 è automaticamente adeguato di conseguenza, in ogni sua fase, mediante una riduzione proporzionale di tutti i tempi previsti. Il programma esecutivo dei lavori di cui all'articolo 19 è redatto sulla base del termine contrattuale per ultimare i lavori, ridotto ai sensi del presente comma.

Art. 15. Proroghe

1. Se l'appaltatore, per causa a esso non imputabile, non è in grado di ultimare i lavori nel termine contrattuale di cui all'articolo 14, può chiedere la proroga, presentando apposita richiesta motivata con congruo anticipo rispetto alla scadenza del termine di cui al predetto articolo 14.
2. In deroga a quanto previsto al comma 1, la richiesta può essere presentata anche a ridosso della scadenza del termine di cui all'articolo 14, comunque prima di tale scadenza, se le cause che hanno determinato la richiesta si sono verificate posteriormente; in questo caso la richiesta deve essere motivata anche in relazione alla specifica circostanza della tardività.
3. La richiesta è presentata alla DL il quale la trasmette tempestivamente al RUP, corredata dal proprio parere; se la richiesta è presentata direttamente al RUP questi acquisisce tempestivamente il parere della DL.
4. La proroga è concessa o negata con provvedimento scritto del RUP entro 30 giorni dal ricevimento della richiesta; il RUP può prescindere dal parere della DL se questi non si esprime entro 10 giorni e può discostarsi dallo stesso parere; nel provvedimento è riportato il parere della DL se questo è difforme dalle conclusioni del RUP

5. Nei casi di cui al comma 2 i termini di 30 giorni e di 10 giorni di cui al comma 4 sono ridotti rispettivamente a 10 giorni e a 3 giorni; negli stessi casi se la proroga è concessa formalmente dopo la scadenza del termine di cui all'articolo 14, essa ha effetto retroattivo a partire da tale ultimo termine.
6. La mancata determinazione del RUP entro i termini di cui ai commi 1, 2 o 5 costituisce rigetto della richiesta.
7. Trova altresì applicazione l'articolo 159, commi 8, 9 e 10, del Regolamento generale.

(solo nel caso, per la particolarità dei lavori, siano previste soglie temporali intermedie)

8. Le disposizioni di cui ai commi precedenti si applicano anche ad eventuali proroghe parziali relative alle soglie temporali intermedie previste dal programma esecutivo dei lavori di cui all'articolo 19; in tal caso per termine di ultimazione di cui all'articolo 14 si intendono i singoli termini delle soglie parziali dal predetto articolo 19, comma 5 e il periodo di proroga è proporzionato all'importo dei lavori per l'ultimazione dei quali è concessa la proroga.

Art. 16. Sospensioni ordinate dalla DL

1. In caso di forza maggiore, condizioni climatologiche oggettivamente eccezionali od altre circostanze speciali che impediscono in via temporanea che i lavori procedano utilmente a regola d'arte, la DL d'ufficio o su segnalazione dell'appaltatore può ordinare la sospensione dei lavori redigendo apposito verbale sentito l'appaltatore; costituiscono circostanze speciali le situazioni che determinano la necessità di procedere alla redazione di una variante in corso d'opera nei casi previsti dall'articolo 132, comma 1, lettere a), b), c) e d), del Codice dei contratti; nessun indennizzo spetta all'appaltatore per le sospensioni di cui al presente articolo.
2. Il verbale di sospensione deve contenere:
   a) l'indicazione dello stato di avanzamento dei lavori;
   b) l'adeguata motivazione a cura della DL;
   c) l'eventuale imputazione delle cause ad una delle parti o a terzi, se del caso anche con riferimento alle risultanze del verbale di consegna o alle circostanze sopravvenute.
3. Il verbale di sospensione è controfirmato dall'appaltatore, deve pervenire al RUP entro il quinto giorno naturale successivo alla sua redazione e deve essere restituito controfirmati dallo stesso o dal suo delegato; se il RUP non si pronuncia entro 5 giorni dal ricevimento, il verbale si dà per riconosciuto e accettato dalla Stazione appaltante. Se l'appaltatore non interviene alla firma del verbale di sospensione o rifiuta di sottoscriverlo, oppure appone sullo stesso delle riserve, si procede a norma dell'articolo 165 del Regolamento generale.
4. In ogni caso la sospensione opera dalla data di redazione del verbale, accettato dal RUP o sul quale si sia formata l'accettazione tacita; non possono essere riconosciute sospensioni, e i relativi verbali non hanno alcuna efficacia, in assenza di adeguate motivazioni o le cui motivazioni non siano riconosciute adeguate da parte del RUP Il verbale di sospensione ha efficacia dal quinto giorno antecedente la sua presentazione al RUP, se il predetto verbale gli è stato trasmesso dopo il quinto giorno dalla redazione oppure reca una data di decorrenza della sospensione anteriore al quinto giorno precedente la data di trasmissione.
5. Non appena cessate le cause della sospensione la DL 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 all'accertata durata della sospensione. Il verbale di ripresa dei lavori è controfirmato dall'appaltatore e trasmesso al RUP; esso è efficace dalla data della comunicazione all'appaltatore.
6. Se la sospensione, o le sospensioni se più di una, durano per un periodo di tempo superiore ad un quarto della durata complessiva prevista dall'articolo 14, o comunque superano 6 mesi complessivamente, 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, iscrivendoli nella documentazione contabile.
7. Le disposizioni di cui ai commi precedenti si applicano anche a sospensioni parziali e riprese parziali che abbiano per oggetto parti determinate dei lavori, da indicare nei relativi verbali; in tal caso il differimento dei termini

contrattuali è pari ad 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 programma esecutivo dei lavori di cui all'articolo 19.

Art. 17. Sospensioni ordinate dal RUP

1. Il RUP può ordinare la sospensione dei lavori per cause di pubblico interesse o particolare necessità; l'ordine è trasmesso contemporaneamente all'appaltatore e alla DL ed ha efficacia dalla data di emissione.
2. Lo stesso RUP determina il momento in cui sono venute meno le ragioni di pubblico interesse o di particolare necessità che lo hanno indotto ad ordinare la sospendere i lavori ed emette l'ordine di ripresa, trasmesso tempestivamente all'appaltatore e alla DL.
3. Per quanto non diversamente disposto, agli ordini di sospensione e di ripresa emessi dal RUP si applicano le disposizioni dell'articolo 16, commi 2, 3, 5, 6 e 7, in materia di verbali di sospensione e di ripresa dei lavori, in quanto compatibili.

Art. 18. Penali in caso di ritardo - Premio di accelerazione [(18)]

1. Ai sensi dell'articolo 145, comma 3, del Regolamento generale, 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 **1 per mille (euro uno e centesimi zero ogni mille)** [(19)] dell'importo contrattuale, corrispondente a euro _____ .
2. La penale, nella stessa misura percentuale di cui al comma 1, trova applicazione anche in caso di ritardo:
   a) nell'inizio dei lavori rispetto alla data fissata dalla DL per la consegna degli stessi ai sensi dell'articolo 13, comma 2 oppure comma 3;
   b) nell'inizio dei lavori per mancata consegna o per inefficacia del verbale di consegna imputabili all'appaltatore che non abbia effettuato gli adempimenti prescritti, ai sensi dell'articolo 13, comma 4;
   c) nella ripresa dei lavori seguente un verbale di sospensione, rispetto alla data fissata dalla DL;
   d) nel rispetto dei termini imposti dalla DL per il ripristino di lavori non accettabili o danneggiati.

   3. La penale irrogata ai sensi del comma 2, lettera a), è disapplicata se l'appaltatore, in seguito all'andamento imposto ai lavori, rispetta la prima soglia temporale successiva fissata nel programma esecutivo dei lavori di cui all'articolo 19.
4. La penale di cui al comma 2, lettera b) e lettera 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.
5. Tutte le fattispecie di ritardi sono segnalate tempestivamente e dettagliatamente al RUP da parte della DL, immediatamente al verificarsi della relativa condizione, con la relativa quantificazione temporale; sulla base delle predette indicazioni le penali sono applicate in sede di conto finale ai fini della verifica in sede di collaudo provvisorio/di regolare esecuzione. [(20)]
6. L'importo complessivo delle penali determinate ai sensi dei commi 1 e 2 non può superare il 10% (dieci per cento) dell'importo contrattuale; se i ritardi sono tali da comportare una penale di importo superiore alla predetta percentuale trova applicazione l'articolo 21, in materia di risoluzione del contratto.
7. L'applicazione delle penali non pregiudica il risarcimento di eventuali danni o ulteriori oneri sostenuti dalla Stazione appaltante a causa dei ritardi.
8. Non è previsto premio di accelerazione . [21)]

Art. 19. Programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore e piano di qualità [22]

1. Ai sensi dell'articolo 43, comma 10, del Regolamento generale, entro 15 (quindici) [23] giorni dalla stipula del contratto, e comunque prima dell'inizio dei lavori, l'appaltatore predispone e consegna alla DL un proprio programma esecutivo dei lavori, elaborato in relazione alle proprie tecnologie, alle proprie scelte imprenditoriali e alla propria organizzazione lavorativa; tale programma deve riportare per ogni lavorazione, le previsioni circa il periodo di esecuzione nonché l'ammontare presunto, parziale e progressivo, dell'avanzamento dei lavori alle date contrattualmente stabilite per la liquidazione dei certificati di pagamento deve essere coerente con i tempi contrattuali di ultimazione e deve essere approvato dalla DL, mediante apposizione di un visto, entro cinque giorni dal ricevimento. Trascorso il predetto termine senza che la DL si sia pronunciata il programma esecutivo dei lavori si intende accettato, fatte salve palesi illogicità o indicazioni erronee incompatibili con il rispetto dei termini di ultimazione. [24]
2. Il programma esecutivo dei lavori dell'appaltatore può essere modificato o integrato dalla Stazione appaltante, mediante ordine di servizio, ogni volta che sia necessario alla miglior esecuzione dei lavori e in particolare:
   a) per il coordinamento con le prestazioni o le forniture di imprese o altre ditte estranee al contratto;
   b) per l'intervento o il mancato intervento di società concessionarie di pubblici servizi le cui reti siano coinvolte in qualunque modo con l'andamento dei lavori, purché non imputabile ad inadempimenti o ritardi della Stazione appaltante;
   c) 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; a tal fine non sono considerati soggetti diversi le società o aziende controllate o partecipate dalla Stazione appaltante o soggetti titolari di diritti reali sui beni in qualunque modo interessati dai lavori intendendosi, in questi casi, ricondotta la fattispecie alla responsabilità gestionale della Stazione appaltante;
   d) 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;
   e) se è richiesto dal coordinatore per la sicurezza e la salute nel cantiere, in ottemperanza all'articolo 92, comma 1, del Decreto n. 81 del 2008. In ogni caso il programma esecutivo dei lavori deve essere coerente con il piano di sicurezza, eventualmente integrato ed aggiornato.
3. I lavori sono comunque eseguiti nel rispetto del cronoprogramma predisposto dalla Stazione appaltante e integrante il progetto esecutivo; tale cronoprogramma può essere modificato dalla Stazione appaltante al verificarsi delle condizioni di cui al comma 2.

(per interventi complessi di cui all'art. 3, comma 1, lettera l), del Regolamento generale, aggiungere il seguente comma) [25]

4. Ai sensi dell'articolo 43, comma 4, del Regolamento generale, l'appaltatore è obbligato, prima dell'inizio dei lavori, a redigere e consegnare alla DL, per l'approvazione, di un Piano di qualità di costruzione e di installazione, che deve prevedere, pianificare e programmare le condizioni, sequenze, modalità, strumentazioni, mezzi d'opera e fasi delle attività di controllo da svolgersi nella fase esecutiva. Il piano deve altresì definire i criteri di valutazione dei fornitori e dei materiali ed i criteri di valutazione e risoluzione delle non conformità. ***(se del caso)*** Il Piano di qualità deve tener conto delle soglie temporali di cui al comma 5 e delle consegne frazionate di cui al comma 6.
6. In caso di consegne frazionate ai sensi dell'articolo 13, commi 5 e 6, il programma di esecuzione dei lavori di cui al comma 1 deve prevedere la realizzazione prioritaria delle lavorazioni sulle aree e sugli immobili disponibili; in tal caso le soglie temporali di cui al comma 4 si computano a partire dalla relativa consegna parziale. Se dopo la realizzazione delle predette lavorazioni permangono le cause di indisponibilità si applica l'articolo 133 del Regolamento generale.

Art. 20. Inderogabilità dei termini di esecuzione

1. Non costituiscono motivo di proroga dell'inizio dei lavori, della loro mancata regolare o continuativa conduzione secondo il relativo programma o della loro ritardata ultimazione:
   a) 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;
   b) l'adempimento di prescrizioni, o il rimedio a inconvenienti o infrazioni riscontrate dalla DL o dagli organi di vigilanza in materia sanitaria e di sicurezza, ivi compreso il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, se nominato;
   c) 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 DL o espressamente approvati da questa;
   d) il tempo necessario per l'esecuzione di prove sui campioni, di sondaggi, analisi e altre prove assimilabili;
   e) il tempo necessario per l'espletamento degli adempimenti a carico dell'appaltatore comunque previsti dal presente Capitolato speciale o dal capitolato generale d'appalto;
   f) le eventuali controversie tra l'appaltatore e i fornitori, subappaltatori, affidatari, altri incaricati dall'appaltatore né i ritardi o gli inadempimenti degli stessi soggetti;
   g) le eventuali vertenze a carattere aziendale tra l'appaltatore e il proprio personale dipendente;
   h) le sospensioni disposte dalla Stazione appaltante, dalla DL, dal Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione o dal RUP 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;
   i) 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'articolo 14 del Decreto n. 81 del 2008, fino alla relativa revoca.
2. Non costituiscono altresì motivo di proroga o 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.
3. Le cause di cui ai commi 1 e 2 non possono costituire motivo per la richiesta di proroghe di cui all'articolo 15, di sospensione dei lavori di cui all'articolo 16, per la disapplicazione delle penali di cui all'articolo 18, né possono costituire ostacolo all'eventuale risoluzione del Contratto ai sensi dell'articolo 21.

Art. 21. Risoluzione del contratto per mancato rispetto dei termini

1. L'eventuale ritardo imputabile all'appaltatore nel rispetto dei termini per l'ultimazione dei lavori superiore a 40 (quaranta) [(26)] giorni naturali consecutivi produce la risoluzione del contratto, a discrezione della Stazione appaltante e senza obbligo di ulteriore motivazione, ai sensi dell'articolo 136 del Codice dei contratti.
2. La risoluzione del contratto trova applicazione dopo la formale messa in mora dell'appaltatore con assegnazione di un termine per compiere i lavori e in contraddittorio con il medesimo appaltatore.
3. Nel caso di risoluzione del contratto la penale di cui all'articolo 18, comma 1, è computata sul periodo determinato sommando il ritardo accumulato dall'appaltatore rispetto al programma esecutivo dei lavori e il termine assegnato dalla DL per compiere i lavori con la messa in mora di cui al comma 2.
4. 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.

CAPO 4. CONTABILIZZAZIONE DEI LAVORI

Art. 22. Lavori a misura

1. La misurazione e la valutazione dei lavori a misura sono effettuate secondo le specificazioni date nelle norme del presente Capitolato speciale e nell'enunciazione delle singole voci in elenco; in caso diverso sono utilizzate per la valutazione dei lavori le dimensioni nette delle opere eseguite rilevate in loco, senza che l'appaltatore possa far valere criteri di misurazione o coefficienti moltiplicatori che modifichino le quantità realmente poste in opera.
2. Non sono comunque riconosciuti nella valutazione ingrossamenti o aumenti dimensionali di alcun genere non rispondenti ai disegni di progetto se non saranno stati preventivamente autorizzati dalla DL.
3. Nel corrispettivo per l'esecuzione degli eventuali lavori a misura s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal presente Capitolato speciale e secondo i tipi indicati e previsti negli atti della perizia di variante.
4. La contabilizzazione delle opere è effettuata applicando alle quantità eseguite i prezzi unitari netti desunti dall'elenco dei prezzi unitari di cui all'articolo 3, comma 2. ***(solo per appalti da aggiudicare col criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa, aggiungere il seguente periodo)*** La contabilizzazione non tiene conto di eventuali lavorazioni diverse o aggiuntive derivanti dall'offerta tecnica di cui all'articolo 3, comma 4, secondo periodo, pertanto:
   a) le lavorazioni sostitutive di lavorazioni previste nel progetto posto a base di gara, sono contabilizzate utilizzando i prezzi unitari relativi alle lavorazioni sostituite, come desunti dall'elenco prezzi di cui all'articolo 3, comma 2;
   b) le lavorazioni aggiuntive a lavorazioni previste nel progetto posto a base di gara, sono contabilizzate senza l'applicazione di alcun prezzo unitario e non concorrono alla valutazione economica e alla liquidazione degli stati di avanzamento e della contabilità finale.
5. Gli oneri di sicurezza (OS), determinati nella tabella di cui all'articolo 2, comma 1, rigo 2, come evidenziati nell'apposita colonna rubricata «oneri sicurezza» nella tabella di cui all'articolo 5, comma 1, sono valutati sulla base dei prezzi di cui all'elenco allegato al presente Capitolato speciale, con le quantità rilevabili ai sensi del presente articolo. ***(per i cantieri soggetti al coordinamento per la sicurezza di cui all'articolo 90, comma 3, del Decreto n. 81 del 2008, aggiungere il seguente periodo)*** La liquidazione di tali oneri è subordinata all'assenso del coordinatore per la sicurezza e la salute in fase di esecuzione.

(per interventi che comprendono impianti o altri manufatti soggetti a certificazioni o collaudi tecnici specifici)

6. Non possono considerarsi utilmente eseguiti e, pertanto, non possono essere contabilizzati e annotati nel Registro di contabilità, gli importi relativi alle voci riguardanti impianti e manufatti, per l'accertamento della regolare esecuzione dei quali sono necessari certificazioni o collaudi tecnici specifici da parte dei fornitori o degli installatori e tali documenti non siano stati consegnati alla DL. Tuttavia, la DL, sotto la propria responsabilità, può contabilizzare e registrare tali voci, con una adeguata riduzione del prezzo, in base al principio di proporzionalità e del grado di pregiudizio. La predetta riserva riguarda i seguenti manufatti e impianti:
   a) _impianti elettrici e di illuminazione;
   b) impinati idrauici ed elettromeccanici . ;
   c) _____;
   d) _____.

Art. 23. Eventuali lavori a corpo

1. Se in corso d'opera devono essere introdotte variazioni ai lavori ai sensi degli articoli 38 o 39, e per tali variazioni la DL, sentito il RUP e con l'assenso dell'appaltatore, possa essere definito un prezzo complessivo onnicomprensivo, esse possono essere preventivate "a corpo".

2. Nei casi di cui al comma 1, se il prezzo complessivo non è valutabile mediante l'utilizzo dei prezzi unitari di elenco, si procede mediante la formazione dei nuovi prezzi ai sensi dell'articolo 40. Il corrispettivo per il lavoro a corpo, a sua volta assoggettato al ribasso d'asta, resta fisso e invariabile senza che possa essere invocata dalle parti contraenti alcuna verifica sulla misura o sul valore attribuito alla quantità di detti lavori.
3. Nel corrispettivo per l'esecuzione dell'eventuale lavoro a corpo s'intende sempre compresa ogni spesa occorrente per dare l'opera compiuta sotto le condizioni stabilite dal presente Capitolato speciale e secondo i tipi indicati e previsti negli atti progettuali. Pertanto nessun compenso può essere richiesto per lavori, forniture e prestazioni che, ancorché non esplicitamente specificati nella descrizione dei lavori a corpo, siano rilevabili dagli elaborati grafici o viceversa. Lo stesso dicasi per lavori, forniture e prestazioni che siano tecnicamente e intrinsecamente indispensabili alla funzionalità, completezza e corretta realizzazione dell'opera appaltata secondo le regola dell'arte.
4. La contabilizzazione dell'eventuale lavoro a corpo è effettuata applicando all'importo del medesimo, al netto del ribasso contrattuale, le percentuali convenzionali relative alle singole categorie di lavoro indicate in perizia, di ciascuna delle quali va contabilizzata la quota parte in proporzione al lavoro eseguito.
5. La realizzazione di sistemi e sub-sistemi di impianti tecnologici per i quali sia previsto un prezzo contrattuale unico non costituiscono lavoro a corpo.
6. Gli oneri per la sicurezza, se stabiliti a corpo in relazione ai lavori di cui al comma 1, sono valutati in base all'importo previsto separatamente dall'importo dei lavori negli atti progettuali e sul bando di gara, secondo la percentuale stabilita negli atti di progetto o di perizia, intendendosi come eseguita e liquidabile la quota parte proporzionale a quanto eseguito.

Art. 24. Eventuali [27] lavori in economia

(scegliere una delle seguenti opzioni)

(opzione 1: nel contratto iniziale NON sono previsti lavori in economia)

1. La contabilizzazione degli eventuali lavori in economia introdotti in sede di variante è effettuata con le modalità previste dall'articolo 179 del Regolamento generale, come segue:
   a) per quanti riguarda i materiali applicando il ribasso contrattuale ai prezzi unitari determinati contrattualmente;
   b) per quanto riguarda i trasporti, i noli e il costo del personale, secondo i prezzi vigenti al momento della loro esecuzione, incrementati delle percentuali per spese generali e utili (se non già comprese nei prezzi vigenti) ed applicando il ribasso contrattuale esclusivamente su queste due ultime componenti, determinate nelle misure di cui al comma 3.
2. Gli eventuali oneri per la sicurezza individuati in economia sono valutati senza alcun ribasso, fermo restando che alle componenti stimate o contabilizzate in termini di manodopera, noli e trasporti, si applicano i prezzi vigenti al momento della loro esecuzione incrementati delle percentuali per spese generali e utili, determinate nelle misure di cui al comma 3.
3. Ai fini di cui al comma 1, lettera b) e al comma 2, le percentuali di incidenza delle spese generali e degli utili, sono determinate nella misura prevista dalle analisi dei prezzi integranti il progetto a base di gara o, in assenza di queste, nelle misure minime previste dall'articolo 32, comma 2, lettere b) e c), del Regolamento generale.

Art. 25. Valutazione dei manufatti e dei materiali a piè d'opera

(opzione 1: consigliata)

1. Non sono valutati i manufatti ed i materiali a piè d'opera, ancorché accettati dalla DL.

CAPO 5. DISCIPLINA ECONOMICA

Art. 26. Anticipazione del prezzo

(scegliere una delle seguenti opzioni)

(opzione 1: previsione di anticipazione, per gare bandite fino al 31 dicembre 2014, anche per lavori cofinanziati dall'Unione europea, diversi dai programmi Urban)

1. Ai sensi dell'articolo 26-ter, della legge n. 98 del 2013, è dovuta all'appaltatore una somma, a titolo di anticipazione, **pari al 5% (cinque per cento) dell'importo del contratto (trattandosi di fondi a valere su finanziamenti comunitari) ,** da erogare dopo la sottoscrizione del contratto medesimo ed entro 15 (quindici) giorni dalla data di effettivo inizio dei lavori accertato dal RUP (il tutto secondo disposizioni normative anche in rapporto alla teporalità degli atti) . Nel caso il contratto sia sottoscritto nel corso dell'ultimo trimestre dell'anno, l'anticipazione è erogata nel primo mese dell'anno successivo, sempre che sia stato accertato l'effettivo inizio dei lavori. La ritardata corresponsione dell'anticipazione obbliga al pagamento degli interessi corrispettivi a norma dell'articolo 1282 codice civile.
2. L'anticipazione è compensata nel corso dell'anno contabile nel quale è stata erogata, mediante trattenuta sull'importo di ogni certificato di pagamento emesso nello stesso anno. L'importo della trattenuta è determinato proporzionalmente suddividendo l'importo dell'anticipazione per le mensilità intercorrenti tra l'erogazione e la conclusione del primo anno contabile o la data prevista per l'ultimazione dei lavori, se anteriore; in ogni caso alla conclusione del primo anno contabile o all'ultimazione dei lavori, se anteriore, l'importo dell'anticipazione deve essere compensato integralmente.
3. L'anticipazione è revocata se l'esecuzione dei lavori non procede secondo i tempi contrattuali e, in tale caso, spettano alla Stazione appaltante anche gli interessi corrispettivi al tasso legale con decorrenza dalla data di erogazione della anticipazione.
4. Ai sensi dell'articolo 124, commi 1 e 2, del Regolamento generale, l'erogazione dell'anticipazione è subordinata alla prestazione, da parte dell'appaltatore, di apposita garanzia, alle seguenti condizioni:
   a) importo garantito almeno pari all'anticipazione, maggiorato dell'I.V.A. all'aliquota di legge, maggiorato altresì del tasso legale di interesse applicato al periodo necessario al recupero dell'anticipazione stessa in base al periodo previsto per la compensazione di cui al comma 2;
   b) la garanzia può essere ridotta gradualmente in corso d'opera, in proporzione alle quote di anticipazione recuperate in occasione di ogni parziale compensazione, fino all'integrale compensazione;
   c) la garanzia è 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, conforme alla scheda tecnica 1.3, allegata al decreto ministeriale 12 marzo 2004, n. 123, in osservanza delle clausole di cui allo schema tipo 1.3 allegato al predetto decreto;
   d) per quanto non previsto trova applicazione l'articolo 3 del decreto del Ministro del tesoro 10 gennaio 1989 e l'articolo 140, commi 2 e 3, del Regolamento generale.
5. La fideiussione di cui al comma 4 è escussa dalla Stazione appaltante in caso di insufficiente compensazione ai sensi del comma 2 o in caso di revoca dell'anticipazione di cui al comma 3, salvo che l'appaltatore provveda direttamente con risorse proprie prima dell'escussione della fideiussione.
5. La Stazione procede all'escussione della fideiussione di cui al comma 4 in caso di insufficiente compensazione ai sensi del comma 2 o in caso di revoca dell'anticipazione di cui al comma 3, salvo che l'appaltatore provveda direttamente con risorse proprie prima della predetta escussione.
6. Al pagamento dell'anticipazione si applica la disciplina di cui all'articolo 27, comma 7.

(opzione 2: nessuna anticipazione: a partire dal 1° gennaio 2015, purché non si tratti di gare di lavori cofinanziati dall'Unione Europea di cui all'opzione 3)

1. Ai sensi dell'articolo 5, comma 1, del decreto-legge 28 marzo 1997, n. 79, convertito con modificazioni dalla legge 28 maggio 1997, n. 140, e dell'articolo 140, comma 1, del Regolamento generale, non è dovuta alcuna anticipazione.

Art. 27. Pagamenti in acconto

1. Le rate di acconto sono dovute ogni qualvolta l'importo dei lavori eseguiti, contabilizzati ai sensi degli articoli 22, 23, 24 e 25, raggiungono un importo non inferiore ad EURO 70.000,00 (SETTANTAMILA) [28] dell'importo contrattuale ***(***determinato:

   a) al netto del ribasso d'asta contrattuale ***(qualora si sia scelto di non applicare il ribasso al costo del personale e agli oneri di sicurezza aziendale, opzioni 1.b e 2.b all'articolo 2 – cosiddetta opzione ITACA - aggiungere il seguente periodo)*** applicato agli elementi di costo come previsto all'articolo 2, comma 4;

   b) incrementato della quota relativa degli oneri di sicurezza previsti nella tabella di cui all'articolo 5, colonna OS;

   c) al netto della ritenuta di cui al comma 2;

   d) al netto dell'importo degli stati di avanzamento precedenti.

2. Ai sensi dell'articolo 4, comma 3, del Regolamento generale, a garanzia dell'osservanza delle norme in materia di contribuzione previdenziale e assistenziale, sull'importo netto progressivo dei lavori è operata una ritenuta dello 0,50% (zero virgola cinquanta per cento), da liquidarsi, nulla ostando, in sede di conto finale.

3. Entro 45 (quarantacinque) giorni dal verificarsi delle condizioni di cui al comma 1:

   a) la DL redige la contabilità ed emette lo stato di avanzamento dei lavori, ai sensi dell'articolo 194 del Regolamento generale, che deve recare la dicitura: «lavori a tutto il ……» con l'indicazione della data di chiusura;

   b) il RUP emette il conseguente certificato di pagamento, ai sensi dell'articolo 195 del Regolamento generale, che deve riportare esplicitamente il riferimento al relativo stato di avanzamento dei lavori di cui alla lettera a), con l'indicazione della data di emissione. ***(se è stata erogata l'anticipazione - si veda all'articolo 26 - aggiungere)*** Sul certificato di pagamento è operata la ritenuta per la compensazione dell'anticipazione ai sensi dell'articolo 26, comma 2.

4. La Stazione appaltante provvede a corrispondere l'importo del certificato di pagamento entro i successivi 30 (trenta) giorni, mediante emissione dell'apposito mandato e alla successiva erogazione a favore dell'appaltatore, previa presentazione di regolare fattura fiscale, ***(se la Stazione appaltante è un Ente Locale aggiungere:)*** ai sensi dell'articolo 185 del decreto legislativo 18 agosto 2000, n. 267.

5. Ai sensi dell'articolo 141, comma 3, del Regolamento generale, se i lavori rimangono sospesi per un periodo superiore a 45 (quarantacinque) giorni, per cause non dipendenti dall'appaltatore, si provvede alla redazione dello stato di avanzamento e all'emissione del certificato di pagamento, prescindendo dall'importo minimo di cui al comma 1.

6. In deroga alla previsione del comma 1, se i lavori eseguiti raggiungono un importo pari o superiore al 90% (novanta per cento) dell'importo contrattuale, può essere emesso uno stato di avanzamento per un importo inferiore a quello minimo previsto allo stesso comma 1, ma non superiore al 95% (novantacinque per cento) dell'importo contrattuale. Non può essere emesso alcun stato di avanzamento quando la differenza tra l'importo contrattuale e i certificati di pagamento già emessi sia inferiore al 5% (cinque per cento) [29] dell'importo contrattuale medesimo. L'importo residuo dei lavori è contabilizzato nel conto finale e liquidato ai sensi dell'articolo 28. Per importo contrattuale si intende l'importo del contratto originario eventualmente adeguato in base all'importo degli atti di sottomissione approvati.

7. L'emissione di ogni certificato di pagamento è subordinata:

   a) all'acquisizione del DURC dell'appaltatore e degli eventuali subappaltatori, ai sensi dell'articolo 53, comma 2; ai sensi dell'articolo 31, comma 7, della legge n. 98 del 2013, il titolo di pagamento deve essere corredato dal DURC, anche in formato elettronico;

   b) all'acquisizione dell'attestazione di cui al successivo comma 8;

c) agli adempimenti di cui all'articolo 49 in favore dei subappaltatori e subcontraenti, se sono stati stipulati contratti di subappalto o subcontratti di cui allo stesso articolo;

d) all'ottemperanza alle prescrizioni di cui all'articolo 66 in materia di tracciabilità dei pagamenti;

(per le stazioni appaltanti che siano pubbliche amministrazioni, o società a totale partecipazione pubblica, aggiungere la seguente lettera)

e) ai sensi dell'articolo 48-bis del d.P.R. n. 602 del 1973, introdotto dall'articolo 2, comma 9, della legge n. 286 del 2006, 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 all'importo da corrispondere con le modalità di cui al d.m. 18 gennaio 2008, n. 40. In caso di inadempimento accertato, il pagamento è sospeso e la circostanza è segnalata all'agente della riscossione competente per territorio.

8. Ai sensi dell'articolo 35, comma 28, della legge n. 248 del 2006, come modificato dall'articolo 13-ter della legge n. 134 del 2012, poi dall'art. 50, comma 1, della legge XX del 2013, nessun pagamento può essere erogato prima dell'acquisizione dell'asseverazione di un responsabile del centro di assistenza fiscale o di un soggetto abilitato ai sensi dell'articolo 35, comma 1, del decreto legislativo 9 luglio 1997, n. 241 e dell'articolo 3, comma 3, lettera a), del d.P.R. 22 luglio 1998, n. 322, attestante che gli adempimenti fiscali, consistenti nel versamento delle ritenute fiscali sui redditi di lavoro dipendente dovute all'Erario in relazione alle prestazioni effettuate nell'ambito del rapporto contrattuale, scaduti alla data del pagamento della rata, siano stati correttamente eseguiti dall'appaltatore e dagli eventuali subappaltatori. ***(se del caso aggiungere)*** In luogo di tale attestazione può essere presentata una dichiarazione sostitutiva, resa ai sensi del d.P.R. n. 445 del 2000, con cui l'appaltatore, e l'eventuale subappaltatore, attesta l'avvenuto adempimento dei predetti obblighi, con i contenuti e le modalità di cui alla Circolare dell'Agenzia delle Entrate, Ufficio Registro e altri Tributi Indiretti, n. 40/E dell'8 ottobre 2012.

9. In caso di ritardo nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale dipendente dell'appaltatore, dei subappaltatori o dei soggetti titolari di subappalti e cottimi, impiegato nel cantiere, il RUP invita per iscritto il soggetto inadempiente, e in ogni caso l'appaltatore, a provvedere entro 15 (quindici) giorni. Decorso infruttuosamente tale termine senza che sia stata contestata formalmente e motivatamente la fondatezza della richiesta, la Stazione appaltante provvede alla liquidazione del certificato di pagamento trattenendo una somma corrispondente ai crediti vantati dal personale dipendente, ai fini di cui all'articolo 52, comma 2.

Art. 28. Pagamenti a saldo

1. Il conto finale dei lavori è redatto entro 30 (trenta) [30] giorni dalla data della loro ultimazione, accertata con apposito verbale; è sottoscritto dalla DL e trasmesso al RUP; 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.

2. Il conto finale dei lavori deve essere sottoscritto dall'appaltatore, su richiesta del RUP, entro il termine perentorio di 15 (quindici) [31] 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. Il RUP formula in ogni caso una sua relazione al conto finale.

3. La rata di saldo, comprensiva delle ritenute di cui all'articolo 27, comma 2, al netto dei pagamenti già effettuati e delle eventuali penali, nulla ostando, è pagata entro 90 (novanta) [32] giorni dopo l'avvenuta emissione del certificato di collaudo provvisorio/di regolare esecuzione [33] previa presentazione di regolare fattura fiscale

4. Il pagamento della rata di saldo non costituisce presunzione di accettazione dell'opera, ai sensi dell'articolo 1666, secondo comma, del codice civile.

5. Il pagamento della rata di saldo è disposto solo a condizione che l'appaltatore presenti apposita garanzia fideiussoria ai sensi dell'articolo 141, comma 9, del Codice dei contratti e dell'articolo 124, comma 3, del Regolamento generale, emessa nei termini e alle condizioni che seguono:

a) un importo garantito almeno pari all'importo della rata di saldo (con un minimo pari comunque al 5,5% dell'importo contrattuale) , maggiorato dell'I.V.A. all'aliquota di legge, maggiorato altresì del tasso legale di

interesse applicato al periodo di due anni;

b) efficacia dalla data di erogazione della rata di saldo con estinzione due anni dopo l'emissione del certificato di collaudo provvisorio/di regolare esecuzione [34];

c) prestata con atto di fideiussione rilasciato da una banca o da un intermediario finanziario autorizzato o con polizza fideiussoria rilasciata da impresa di assicurazione, conforme alla scheda tecnica 1.4, allegata al decreto ministeriale 12 marzo 2004, n. 123, in osservanza delle clausole di cui allo schema tipo 1.4 allegato al predetto decreto.

6. Salvo quanto disposto dall'articolo 1669 del codice civile, l'appaltatore risponde per la difformità ed i vizi dell'opera, ancorché riconoscibili, purché denunciati dalla Stazione appaltante entro 24 (ventiquattro) mesi dall'ultimazione dei lavori riconosciuta e accettata.
7. L'appaltatore e la DL 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 riscontabili nonché le misure da adottare per il loro rimedio.
8. Al pagamento della rata a saldo si applicano le condizioni di cui all'articolo 27, commi 7, 8 e 9.

Art. 29. Ritardi nel pagamento delle rate di acconto

1. Non sono dovuti interessi per i primi 45 giorni intercorrenti tra il verificarsi delle condizioni e delle circostanze per l'emissione del certificato di pagamento ai sensi dell'articolo 27 e la sua effettiva emissione e messa a disposizione della Stazione appaltante per la liquidazione; trascorso tale termine senza che sia emesso il certificato di pagamento, sono dovuti all'appaltatore gli interessi legali per i primi 60 giorni di ritardo; trascorso infruttuosamente anche questo termine spettano all'appaltatore gli interessi di mora nella misura stabilita con apposito decreto ministeriale di cui all'articolo 133, comma 1, del Codice dei contratti.
2. In caso di ritardo nel pagamento della rata di acconto rispetto al termine stabilito all'articolo 27, comma 4, per causa imputabile alla Stazione appaltante, sulle somme dovute decorrono gli interessi moratori, nella misura pari al Tasso B.C.E. di riferimento di cui all'articolo 5, comma 2, del decreto legislativo n. 231 del 2002, maggiorato di 8 (otto) [35] punti percentuali.
3. Il pagamento degli interessi avviene d'ufficio in occasione del pagamento, in acconto o a saldo, immediatamente successivo, senza necessità di domande o riserve; il pagamento dei predetti interessi prevale sul pagamento delle somme a titolo di esecuzione dei lavori.
4. E' 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 **40% (_quarantapercento**) [36] dell'importo netto contrattuale, di agire ai sensi dell'articolo 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, promuovere il giudizio arbitrale per la dichiarazione di risoluzione del contratto, trascorsi 60 (sessanta) giorni dalla data della predetta costituzione in mora, in applicazione dell'articolo 133, comma 1, del Codice dei contratti.
5. Per ogni altra condizione trova applicazione l'articolo 144 del Regolamento generale.

Art. 30. Ritardi nel pagamento della rata di saldo

1. In caso di ritardo nel pagamento della rata di saldo rispetto al termine stabilito all'articolo 28, comma 3, per causa imputabile alla Stazione appaltante, sulle somme dovute decorrono gli interessi moratori nella misura di cui all'articolo 29, comma 2.

Art. 31. Revisione prezzi e adeguamento del corrispettivo

1. Ai sensi dell'articolo 133, commi 2 e 3 del Codice dei contratti, e successive modifiche e integrazioni, è esclusa qualsiasi revisione dei prezzi e non trova applicazione l'articolo 1664, primo comma, del codice civile.
2. Ai sensi dell'articolo 133, commi 4, 5, 6 e 7, del Codice dei contratti, in deroga a quanto previsto dal comma 1, se il prezzo di singoli materiali da costruzione, per effetto di circostanze eccezionali, subisce variazioni in aumento o in diminuzione, superiori al 10 per cento rispetto al prezzo rilevato dal Ministero delle infrastrutture e dei trasporti nell'anno di presentazione dell'offerta con apposito decreto, si fa luogo a compensazioni, in aumento o in diminuzione, per la metà della percentuale eccedente il 10 per cento, alle seguenti condizioni:
   a) le compensazioni in aumento sono ammesse con il limite di importo costituito da:
      a.1) somme appositamente accantonate per imprevisti, nel quadro economico dell'intervento, in misura non inferiore all'1% (uno per cento) dell'importo dei lavori, al netto di quanto già eventualmente impegnato contrattualmente per altri scopi o con altri soggetti;
      a.2) eventuali altre somme a disposizione della stazione appaltante per lo stesso intervento nei limiti della relativa autorizzazione di spesa;
      a.3) somme derivanti dal ribasso d'asta, se non ne è stata prevista una diversa destinazione;
      a.4) somme disponibili relative ad altri interventi ultimati di competenza della stazione appaltante nei limiti della residua spesa autorizzata e disponibile;
   b) all'infuori di quanto previsto dalla lettera a), non possono essere assunti o utilizzati impegni di spesa comportanti nuovi o maggiori oneri per la stazione appaltante;
   c) la compensazione è determinata applicando la metà della 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 al decreto ministeriale, nelle quantità accertate dalla DL;
   d) le compensazioni sono liquidate senza necessità di iscrizione di riserve ma a semplice richiesta di una delle parti, accreditando o addebitando il relativo importo, a seconda del caso, ogni volta che siano maturate le condizioni di cui al presente comma, entro i successivi 60 (sessanta) giorni, a cura della DL se non è ancora stato emesso il certificato di collaudo provvisorio/di regolare esecuzione [37], a cura del RUP in ogni altro caso;

3. Fermo restando quanto previsto al comma 2, se, per cause non imputabili all'appaltatore, la durata dei lavori si protrae fino a superare i due anni dal loro inizio, al contratto si applica il prezzo chiuso, consistente nel prezzo dei lavori al netto del ribasso d'asta, aumentato di una percentuale, determinata con decreto ministeriale, 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.
4. La compensazione dei prezzi di cui al comma 2 o l'applicazione dell'aumento sul prezzo chiuso di cui al comma 3, deve essere richiesta dall'appaltatore, con apposita istanza, entro 60 (sessanta) giorni dalla pubblicazione in Gazzetta dei relativi decreti ministeriali. Trascorso il predetto termine decade ogni diritto alla compensazione dei prezzi di cui al comma 2 e all'applicazione dell'aumento sul prezzo chiuso di cui al comma 3.

Art. 32. Anticipazione del pagamento di taluni materiali

(opzione 1: opzione ordinaria)

1. Non è prevista l'anticipazione del pagamento sui materiali o su parte di essi fatta salva la possibilità, a discrezione della D.L. di anticipare in percentuale parte di opere complesse e di rilevante importo economico

Art. 33. Cessione del contratto e cessione dei crediti

1. E' vietata la cessione del contratto sotto qualsiasi forma; ogni atto contrario è nullo di diritto.

2. E' ammessa la cessione dei crediti, ai sensi del combinato disposto dell'articolo 117 del Codice dei contratti e della legge 21 febbraio 1991, n. 52, a condizione che il cessionario sia un istituto bancario o un intermediario finanziario iscritto nell'apposito Albo presso la Banca d'Italia e che il contratto di cessione, in originale o in copia autenticata, sia trasmesso alla Stazione appaltante prima o contestualmente al certificato di pagamento sottoscritto dal RUP.

CAPO 6. CAUZIONI E GARANZIE

Art. 34. Cauzione provvisoria

(scegliere una delle opzioni che seguono)

(opzione 1: opzione consigliata)

1. Ai sensi dell'articolo 75, commi 1 e 2, del Codice dei contratti, agli offerenti è richiesta una cauzione provvisoria, con le modalità e alle condizioni di cui al bando di gara e al disciplinare di gara / alla lettera di invito. ([38])

(opzione 2: opzione sconsigliata in quanto pressoché inutile)

1. Ai sensi dell'articolo 75, commi 1 e 2, del Codice dei contratti, è richiesta una cauzione provvisoria di euro, pari al 2% (due per cento) dell'importo preventivato dei lavori da appaltare, comprensivo degli oneri per la sicurezza, da prestare al momento della presentazione dell'offerta.
2. La cauzione provvisoria di cui al comma 1 può essere prestata:
   a) 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;
   b) mediante fideiussione bancaria o polizza assicurativa fideiussoria in conformità alla scheda tecnica 1.1, allegata al decreto del ministero delle attività produttive 12 marzo 2004, n. 123, ([39]) in osservanza delle clausole di cui allo schema tipo 1.1 ([40]) allegato al predetto decreto, integrata dalla clausola esplicita di rinuncia all'eccezione di cui all'articolo 1957, comma 2, del codice civile, ([41]) in conformità all'articolo 75, commi 4, 5, 6 e 8, del Codice dei contratti.
3. La cauzione provvisoria, se prestata nelle forme di cui al comma 2, lettera a), deve essere accompagnata dall'impegno di un fideiussore a rilasciare garanzia fideiussoria a titolo di cauzione definitiva nel caso di aggiudicazione.
4. Sono vietate forme di cauzione diverse da quelle di cui al comma 2 e, in particolare, è vietata la cauzione prestata mediante assegni di conto di corrispondenza o assegni circolari.
5. In caso di raggruppamento temporaneo o di consorzio ordinario non ancora costituiti formalmente la garanzia deve riportare l'indicazione di tutte le imprese raggruppate.

Art. 35. Cauzione definitiva

1. Ai sensi dell'articolo 113, comma 1, del Codice dei contratti, e dell'articolo 123 del Regolamento generale, è richiesta una garanzia fideiussoria a titolo di cauzione definitiva, pari al 10% (dieci per cento) dell'importo contrattuale; se l'aggiudicazione è 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); se il ribasso è superiore al 20% (venti per cento), l'aumento è di due punti percentuali per ogni punto di ribasso eccedente la predetta misura percentuale
2. La garanzia fideiussoria è prestata mediante atto di fideiussione rilasciato da una banca o da un intermediario finanziario autorizzato o polizza fideiussoria rilasciata da un'impresa di assicurazione, in conformità alla scheda tecnica 1.2, allegata al d.m. n. 123 del 2004, ([42]) in osservanza delle clausole di cui allo schema tipo 1.2 ([43]) allegato al predetto decreto, integrata dalla clausola esplicita di rinuncia all'eccezione di cui all'articolo 1957, comma 2, del codice civile, ([44]) in conformità all'articolo 113, commi 2 e 3, del Codice dei contratti. La garanzia è

presentata in originale alla Stazione appaltante prima della formale sottoscrizione del contratto, anche limitatamente alla scheda tecnica.

3. La garanzia è progressivamente svincolata a misura dell'avanzamento dell'esecuzione, nel limite massimo del 80% (ottanta per cento) dell'iniziale importo garantito; lo svincolo è automatico, senza necessità di benestare del committente, con la sola condizione della preventiva consegna all'istituto garante, da parte dell'appaltatore o del concessionario, degli stati di avanzamento dei lavori o di analogo documento, in originale o in copia autentica, attestanti l'avvenuta esecuzione.
4. Fermo restando quanto previsto dall'articolo 237-bis del Codice dei contratti, la garanzia, per il rimanente ammontare residuo del 20% (venti per cento), cessa di avere effetto ed è svincolata automaticamente all'emissione del certificato di collaudo provvisorio/di regolare esecuzione [(45)]; lo svincolo e l'estinzione avvengono di diritto, senza necessità di ulteriori atti formali, richieste, autorizzazioni, dichiarazioni liberatorie o restituzioni.
5. La Stazione appaltante può avvalersi della garanzia fideiussoria, parzialmente o totalmente, per le spese dei lavori da eseguirsi d'ufficio nonché per il rimborso delle maggiori somme pagate durante l'appalto in confronto ai risultati della liquidazione finale; l'incameramento della garanzia avviene con atto unilaterale della Stazione appaltante senza necessità di dichiarazione giudiziale, fermo restando il diritto dell'appaltatore di proporre azione innanzi l'autorità giudiziaria ordinaria.
6. La garanzia fideiussoria è tempestivamente reintegrata nella misura legale di cui al combinato disposto dei commi 1 e 3 se, in corso d'opera, è stata incamerata, parzialmente o totalmente, dalla Stazione appaltante; in caso di variazioni al contratto per effetto di successivi atti di sottomissione, la medesima garanzia può essere ridotta in caso di riduzione degli importi contrattuali, mentre non è integrata in caso di aumento degli stessi importi fino alla concorrenza di un quinto dell'importo originario.
7. Ai sensi dell'articolo 146, comma 1, del Regolamento generale, in caso di raggruppamento temporaneo o di consorzio ordinario la garanzia è prestata dall'impresa mandataria in nome e per conto di tutti i concorrenti raggruppati con responsabilità solidale ai sensi dell'articolo 37, comma 5, del Codice dei contratti.
8. Ai sensi dell'articolo 113, comma 4, del Codice dei contatti, la mancata costituzione della garanzia di cui al comma 1 determina la decadenza dell'affidamento e l'acquisizione della cauzione provvisoria di cui all'articolo 34 da parte della Stazione appaltante, che aggiudica l'appalto all'operatore economico che segue nella graduatoria.

Art. 36. Riduzione delle garanzie

1. Ai sensi degli articoli 40, comma 7, e 75, comma 7, del Codice dei contratti, l'importo della cauzione provvisoria di cui all'articolo 34 e l'importo della garanzia fideiussoria di cui all'articolo 35 sono ridotti al 50 per cento per i concorrenti ai quali sia stata rilasciata, da organismi accreditati ai sensi delle norme europee della serie UNI CEI EN ISO/IEC 17000, la certificazione del sistema di qualità conforme alle norme europee della serie europea UNI CEI ISO 9001:2008, di cui agli articoli 3, comma 1, lettera mm) e 63, del Regolamento generale. La certificazione deve essere stata rilasciata per il settore EA28 e per le categorie di pertinenza.
2. In caso di raggruppamento temporaneo di concorrenti di tipo orizzontale le riduzioni di cui al comma 1 sono accordate se il possesso del requisito di cui al comma 1 è comprovato da tutte le imprese in raggruppamento.
3. In caso di raggruppamento temporaneo o di consorzio ordinario di tipo verticale le riduzioni di cui al comma 1 sono accordate esclusivamente per le quote di incidenza delle lavorazioni appartenenti alle categorie assunte integralmente da imprese in raggruppamento in possesso del requisito di cui al comma 1; tale beneficio non è frazionabile tra imprese che assumono lavorazioni appartenenti alla medesima categoria.
4. In caso di avvalimento del sistema di qualità ai sensi dell'articolo 49 del Codice dei contratti, per beneficiare della riduzione di cui al comma 1, il requisito deve essere espressamente oggetto del contratto di avvalimento. L'impresa ausiliaria deve essere comunque in possesso del predetto requisito in relazione all'obbligo di cui all'articolo 63, comma 3, del Regolamento generale. [(46)]
5. Il possesso del requisito di cui al comma 1 è comprovato dall'annotazione in calce alla attestazione SOA ai sensi dell'articolo 63, comma 3, del Regolamento generale ***(lavori di importo non superiore a 150.000 euro,***

aggiungere) o da separata certificazione ai sensi del comma 1.

(solo per lavori per i quali sia possibile, anche solo in teoria, la partecipazione di imprese raggruppate con classifica non superiore alla II, aggiungere)

6. In deroga al comma 5, in caso di raggruppamento temporaneo o di consorzio ordinario, il possesso del requisito di cui al comma 1 può essere comprovato da separata certificazione di cui al comma 1 se l'impresa, in relazione allo specifico appalto e in ragione dell'importo dei lavori che dichiara di assumere, non è tenuta al possesso della certificazione del sistema di qualità in quanto assuntrice di lavori per i quali è sufficiente l'attestazione SOA in classifica II.

Art. 37. Obblighi assicurativi a carico dell'appaltatore

1. Ai sensi dell'articolo 129, comma 1, del Codice dei contratti, e dell'articolo 125, del Regolamento generale, l'appaltatore è obbligato, contestualmente alla sottoscrizione del contratto e in ogni caso almeno 10 (dieci) giorni prima della data prevista per la consegna dei lavori ai sensi dell'articolo 13, a produrre una polizza assicurativa che tenga indenne la Stazione appaltante da tutti i rischi di esecuzione e che preveda anche una garanzia di responsabilità civile per danni causati a terzi nell'esecuzione dei lavori. 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 del giorno di emissione del certificato di collaudo provvisorio/di regolare esecuzione [47] e comunque decorsi 12 (dodici) mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato; in caso di emissione del certificato di collaudo provvisorio/di regolare esecuzione [48] 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, ad emissione del certificato di collaudo provvisorio/di regolare esecuzione [49]. 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 due mesi e devono essere prestate in conformità allo schema-tipo 2.3 allegato al d.m. n. 123 del 2004. ([50])
3. 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 all'importo del contratto, [51] cosi distinta: [52]
      partita 1) per le opere oggetto del contratto: importo del contratto stesso, al netto degli importi di cui alle partite 2) e 3),
      partita 2) per le opere preesistenti: euro 500.000,00 ,
      partita 3) per demolizioni e sgomberi: euro _____ ,
   b) essere integrata in relazione alle somme assicurate in caso di approvazione di lavori aggiuntivi affidati a qualsiasi titolo all'appaltatore.
4. La garanzia assicurativa di responsabilità civile per danni causati a terzi (R.C.T.) deve essere stipulata per una somma assicurata (massimale/sinistro) non inferiore ad euro _____ . [53]
5. Se il contratto di assicurazione prevede importi o percentuali di scoperto o di franchigia, queste condizioni:

   (opzione 1: divieto di franchigia)

   a) in relazione all'assicurazione contro tutti i rischi di esecuzione di cui al comma 3, tali franchigie o scoperti non sono opponibili alla Stazione appaltante;
   b) in relazione all'assicurazione di responsabilità civile di cui al comma 4, tali franchigie o scoperti non sono opponibili alla Stazione appaltante. [54]
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. Se l'appaltatore è un raggruppamento temporaneo o un consorzio ordinario, giusto il regime delle responsabilità solidale disciplinato dall'articolo 37, comma 5, del Codice dei contratti, e dall'articolo 128, comma 1, del Regolamento generale, la garanzia assicurativa è prestata dall'impresa mandataria in nome e per conto di tutti i concorrenti raggruppati o consorziati. ***(se sono previste categorie scorporabili aggiungere il seguente periodo)***. Ai sensi dell'articolo 128, comma 2, del Regolamento generale, nel caso di raggruppamenti temporanei o consorzi ordinari di tipo verticale di cui all'articolo 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.

(solo per i lavori per i quali sia previsto un periodo di garanzia, aggiungere il seguente comma)

7. Ai sensi dell'articolo 125, comma 3, secondo periodo, del Regolamento generale le garanzie di cui al comma 3, limitatamente alla lettera a), partita 1), e al comma 4, sono estese sono estese fino a 24 (ventiquattro) [55] mesi dopo la data dell'emissione del certificato di collaudo provvisorio/di regolare esecuzione [56]; a tale scopo:
   a) l'estensione deve risultare dalla polizza assicurativa in conformità alla scheda tecnica 2.3 allegata al d.m. n. 123 del 2004; ([57])
   b) 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;
   c) restano ferme le condizioni di cui ai commi 5 e 6.<u>CAPO 7. DISPOSIZIONI PER L'ESECUZIONE</u>

Art. 38. 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 articoli 43, comma 8, 161 e 162 del Regolamento generale e dall'articolo 132 del Codice dei contratti.
2. Non sono riconosciute varianti al progetto esecutivo, prestazioni e forniture extra contrattuali di qualsiasi genere, eseguite senza preventivo ordine scritto della DL, 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 DL 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, se non vi è 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 DL per risolvere aspetti di dettaglio, che siano contenuti entro un importo non superiore al 10 % (dieci per cento) [58] dell'importo delle categorie di lavoro dell'appalto, come individuate nella tabella di cui all'articolo 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 obbiettive 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 al netto del 50 per cento degli eventuali ribassi d'asta conseguiti in sede di aggiudicazione.
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. Non costituiscono variante, ai sensi dei commi precedenti, i maggiori costi dei lavori in economia previsti dal contratto o introdotti in sede di variante, [59] causati dalla differenza tra i costi di cui all'articolo 24, comma 1, lettera b), vigenti al momento dell'esecuzione dei predetti lavori in economia e i costi previsti dal contratto o introdotti in sede di variante. [60] Resta ferma la necessità del preventivo accertamento della disponibilità delle

risorse finanziarie necessarie da parte del RUP, su segnalazione della DL, prima dell'avvio dei predetti lavori in economia e in ogni occasione della loro variazione in aumento.

(scegliere una delle due opzioni seguenti)

(opzione 1: cantieri rientranti tra le fattispecie ex art. 90, comma 3, Decreto n. 81 del 2008)

8. La variante deve comprendere, ove ritenuto necessario dal coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione, l'adeguamento del piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 43, con i relativi costi non assoggettati a ribasso, e con i conseguenti adempimenti di cui all'articolo 44, nonché l'adeguamento dei piani operativi di cui all'articolo 45.

(opzione 2: cantieri non rientranti nelle fattispecie ex art. 90, comma 3, Decreto n. 81 del 2008)

8. La variante deve comprendere, ove ritenuto necessario dalla DL o dal RUP, l'adeguamento del piano di sicurezza sostitutivo, oppure la redazione del piano di sicurezza e coordinamento di cui all'articolo 131, comma 2, lettera a), del Codice dei contratti, all'articolo 100 del Decreto n. 81 del 2008 e al punto 2 dell'allegato XV allo stesso decreto, se ricorrono le condizioni di cui all'articolo 90, comma 5, del citato Decreto n. 81 del 2008, con i relativi costi non assoggettati a ribasso.

(in ogni caso)

9. Nei casi, alle condizioni e con le modalità di cui all'articolo 162, commi 4, 5 e 6, del Regolamento generale, l'appaltatore, durante il corso dei lavori può proporre alla DL eventuali variazioni migliorative ai sensi del precedente comma 5. Qualora tali variazioni siano accolte dalla DL, il relativo risparmio di spesa costituisce economia a favore della Stazione appaltante ***(oppure, in alternativa)*** il relativo risparmio di spesa, ai sensi dell'articolo 162, comma 7, del Regolamento generale, costituisce per metà economia a favore della Stazione appaltante e per metà è riconosciuto all'appaltatore.

Art. 39. Varianti per errori od omissioni progettuali

1. Se, per il manifestarsi di errori od omissioni imputabili alle carenze del progetto esecutivo, si rendono necessarie varianti che possono pregiudicare, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera oppure la sua utilizzazione, e che sotto il profilo economico eccedono il quinto dell'importo originario del contratto, la Stazione appaltante procede alla risoluzione del contratto con indizione di una nuova gara alla quale è invitato l'appaltatore originario.
2. In tal caso la risoluzione del contratto comporta il pagamento dei lavori eseguiti, dei materiali utili e del 10 per cento dei lavori non eseguiti, fino a quattro quinti dell'importo del contratto originario
3. I titolari dell'incarico di progettazione sono responsabili dei danni subiti dalla Stazione appaltante; si considerano errore od omissione di progettazione l'inadeguata valutazione dello stato di fatto, la mancata od erronea identificazione della normativa tecnica vincolante per la progettazione, il mancato rispetto dei requisiti funzionali ed economici prestabiliti e risultanti da prova scritta, la violazione delle norme di diligenza nella predisposizione degli elaborati progettuali.
4. Trova applicazione la disciplina di cui all'articolo 54, commi 4, 5 e 6, in quanto compatibile.
5. Trattandosi di lavori da eseguirsi su beni culturali , per le varianti sono da ritenersi applicabili, oltre che i principi generali del codice D. Lvo 163/2006 e del relativo Regolamento DPR 207/2010, le specifiche disposizioni riguardanti gli interventi del patrimonio culturale previsti dalla normativa di riferimento.

Art. 40. Prezzi applicabili ai nuovi lavori e nuovi prezzi

1. Le eventuali variazioni sono valutate mediante l'applicazione dei prezzi di cui all'elenco prezzi contrattuale come determinati ai sensi dell'articolo 3, comma 3.
2. Se tra i prezzi di cui all'elenco prezzi contrattuale di cui al comma 1, non sono previsti prezzi per i lavori in variante, si procede alla formazione di nuovi prezzi, mediante apposito verbale di concordamento, con i criteri di cui all'articolo 163 del Regolamento generale, nel rispetto dei principi di cui all'articolo 2, commi 5 e 6.

CAPO 8. DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA

Art. 41. Adempimenti preliminari in materia di sicurezza

1. Ai sensi dell'articolo 90, comma 9, e dell'allegato XVII al Decreto n. 81 del 2008, l'appaltatore deve trasmettere alla Stazione appaltante, entro il termine prescritto da quest'ultima con apposita richiesta o, in assenza di questa, entro 30 giorni dall'aggiudicazione definitiva e comunque prima della redazione del verbale di consegna dei lavori se questi sono iniziati nelle more della stipula del contratto: [61]

   a) una dichiarazione dell'organico medio annuo, distinto per qualifica, corredata dagli estremi delle denunce dei lavoratori effettuate all'Istituto nazionale della previdenza sociale (INPS), all'Istituto nazionale assicurazione infortuni sul lavoro (INAIL) e alle casse edili;

   b) una dichiarazione relativa al contratto collettivo stipulato dalle organizzazioni sindacali comparativamente più rappresentative, applicato ai lavoratori dipendenti;

   c) il certificato della Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura, in corso di validità, oppure, in alternativa, ai fini dell'acquisizione d'ufficio, l'indicazione della propria esatta ragione sociale, numeri di codice fiscale e di partita IVA, numero REA;

   d) il DURC, in originale / i dati necessari all'acquisizione d'ufficio del DURC, [62] ai sensi dell'articolo 53, comma 2;

   e) il documento di valutazione dei rischi di cui al combinato disposto degli articoli 17, comma 1, lettera a), e 28, commi 1, 1-bis, 2 e 3, del Decreto n. 81 del 2008. Se l'impresa occupa fino a 10 lavoratori, ai sensi dell'articolo 29, comma 5, primo periodo, del Decreto n. 81 del 2008, la valutazione dei rischi è effettuata secondo le procedure standardizzate di cui al decreto interministeriale 30 novembre 2012 e successivi aggiornamenti;

   f) una dichiarazione di non essere destinatario di provvedimenti di sospensione o di interdizione di cui all'articolo 14 del Decreto n. 81 del 2008.

2. Entro gli stessi termini di cui al comma 1, l'appaltatore deve trasmettere al coordinatore per l'esecuzione il nominativo e i recapiti del proprio Responsabile del servizio prevenzione e protezione e del proprio Medico competente di cui rispettivamente all'articolo 31 e all'articolo 38 del Decreto n. 81 del 2008, nonché:

   (scegliere una delle due opzioni seguenti)

   (opzione 1: cantieri rientranti tra le fattispecie ex art. 90, comma 3, Decreto n. 81 del 2008)

   a) una dichiarazione di accettazione del piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 43, con le eventuali richieste di adeguamento di cui all'articolo 44;

   (opzione 2: cantieri rientranti non tra le fattispecie ex art. 90, comma 3, Decreto n. 81 del 2008)

   a) il piano di sicurezza sostitutivo di cui all'articolo 43;

   (in ogni caso)

   b) il piano operativo di sicurezza di ciascuna impresa operante in cantiere, fatto salvo l'eventuale differimento ai sensi dell'articolo 45.

3. Gli adempimenti di cui ai commi 1 e 2 devono essere assolti:

   a) dall'appaltatore, comunque organizzato anche nelle forme di cui alle lettere b), c), d) ed e), nonché, tramite questi, dai subappaltatori;

   b) dal consorzio di cooperative o di imprese artigiane, oppure dal consorzio stabile, di cui agli articoli 34, comma 1, lettere b) e c), del Codice dei contratti, se il consorzio intende eseguire i lavori direttamente con la propria organizzazione consortile;

   c) dalla consorziata del consorzio di cooperative o di imprese artigiane, oppure del consorzio stabile, che il consorzio ha indicato per l'esecuzione dei lavori ai sensi degli articoli 37, comma 7, e 36, del Codice dei contratti, se il consorzio è privo di personale deputato alla esecuzione dei lavori; se sono state individuate più imprese consorziate esecutrici dei lavori gli adempimenti devono essere assolti da tutte le imprese

consorziate indicate, per quanto di pertinenza di ciascuna di esse, per il tramite di una di esse appositamente individuata, sempre che questa abbia espressamente accettato tale individuazione;

d) da tutte le imprese raggruppate, per quanto di pertinenza di ciascuna di esse, per il tramite dell'impresa mandataria, se l'appaltatore è un raggruppamento temporaneo di cui all'articolo 34, comma 1, lettera d), del Codice dei contratti; l'impresa affidataria, ai fini dell'articolo 89, comma 1, lettera i), del Decreto n. 81 è individuata nella mandataria, come risultante dell'atto di mandato;

e) da tutte le imprese consorziate, per quanto di pertinenza di ciascuna di esse, per il tramite dell'impresa individuata con l'atto costitutivo o lo statuto del consorzio, se l'appaltatore è un consorzio ordinario di cui all'articolo 34, commi 1, lettera e), del Codice dei contratti; l'impresa affidataria, ai fini dell'articolo 89, comma 1, lettera i), del Decreto n. 81 è individuata con il predetto atto costitutivo o statuto del consorzio;

f) dai lavoratori autonomi che prestano la loro opera in cantiere.

4. Fermo restando quanto previsto all'articolo 46, comma 3, l'impresa affidataria comunica alla Stazione appaltante gli opportuni atti di delega di cui all'articolo 16 del decreto legislativo n. 81 del 2008.

5. L'appaltatore deve assolvere gli adempimenti di cui ai commi 1 e 2, anche nel corso dei lavori ogni qualvolta nel cantiere operi legittimamente un'impresa esecutrice o un lavoratore autonomo non previsti inizialmente.

Art. 42. Norme di sicurezza generali e sicurezza nel cantiere

1. Anche ai sensi, ma non solo, dell'articolo 97, comma 1, del Decreto n. 81 del 2008, l'appaltatore è obbligato:

a) ad osservare le misure generali di tutela di cui agli articoli 15, 17, 18 e 19 del Decreto n. 81 del 2008 e all'allegato XIII allo stesso decreto nonché le altre disposizioni del medesimo decreto applicabili alle lavorazioni previste nel cantiere;

b) a rispettare e curare il pieno rispetto di tutte le norme vigenti in materia di prevenzione degli infortuni e igiene del lavoro e in ogni caso in condizione di permanente sicurezza e igiene, nell'osservanza delle disposizioni degli articolo da 108 a 155 del Decreto n. 81 del 2008 e degli allegati XVII, XVIII, XIX, XX, XXII, XXIV, XXV, XXVI, XXVII, XXVIII, XXIX, XXX, XXXI, XXXII, XXXIII, XXXIV, XXXV e XLI, allo stesso decreto;

c) a verificare costantemente la presenza di tutte le condizioni di sicurezza dei lavori affidati;

d) ad osservare le disposizioni del vigente Regolamento Locale di Igiene, per quanto attiene la gestione del cantiere, in quanto non in contrasto con le disposizioni di cui al comma 1.

2. 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.

3. L'appaltatore garantisce che le lavorazioni, comprese quelle affidate ai subappaltatori, siano eseguite secondo il criterio «incident and injury free».

4. L'appaltatore non può iniziare o continuare i lavori se è in difetto nell'applicazione di quanto stabilito all'articolo 41, commi 1, 2 o 5, oppure agli articoli 43, 44, 45 o 46.

Art. 43. Piano di sicurezza e di coordinamento / sostitutivo [63]

(scegliere una delle due opzioni seguenti)

(opzione 1: cantieri rientranti tra le fattispecie ex art. 90, comma 3, Decreto n. 81 del 2008)

1. L'appaltatore è obbligato ad osservare scrupolosamente e senza riserve o eccezioni il piano di sicurezza e di coordinamento predisposto dal coordinatore per la sicurezza e messo a disposizione da parte della Stazione appaltante, ai sensi dell'articolo 131, comma 2, lettera a), del Codice dei contratti e all'articolo 100 del Decreto n. 81 del 2008, in conformità all'allegato XV, punti 1 e 2, al citato Decreto n. 81 del 2008, corredato dal computo metrico estimativo dei costi per la sicurezza di cui al punto 4 dello stesso allegato, determinati all'articolo 2, comma 1, lettera b), del presente Capitolato speciale.

2. L'obbligo di cui al comma 1 è esteso altresì:

   a) alle eventuali modifiche e integrazioni disposte autonomamente dal coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione in seguito a sostanziali variazioni alle condizioni di sicurezza sopravvenute alla precedente versione del piano di sicurezza e di coordinamento;

   b) alle eventuali modifiche e integrazioni approvate o accettate dal coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione ai sensi dell'articolo 44.

(opzione 2: cantieri non rientranti nelle fattispecie ex art. 90, comma 3, Decreto n. 81 del 2008)

1. E' fatto obbligo all'appaltatore di predisporre, entro trenta giorni dall'aggiudicazione e comunque prima dell'inizio dei lavori, il piano sostitutivo delle misure per la sicurezza fisica dei lavoratori di cui all'articolo 131, comma 2, lettera b), del Codice dei contratti, e al punto 3.1 dell'allegato XV al Decreto n. 81 del 2008. Tale piano è messo a disposizione delle autorità competenti preposte alle verifiche ispettive di controllo dei cantieri.
2. Se prima della stipulazione del contratto (a seguito di aggiudicazione ad un raggruppamento temporaneo di imprese) oppure nel corso dei lavori (a seguito di autorizzazione al subappalto o di subentro di impresa ad altra impresa raggruppata estromessa ai sensi dell'articolo 37, commi 18 o 19 del Codice dei contratti) si verifica la presenza di pluralità di imprese ai sensi del combinato disposto degli articoli 90, comma 5, e 92, comma 2, del Decreto n. 81 del 2008, la Stazione appaltante nomina il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione il quale provvede tempestivamente a redigere:

   a) il piano di sicurezza e coordinamento di cui all'articolo 100 del Decreto n. 81;

   b) il fascicolo informativo di cui all'articolo 91, comma 1, lettera b), del Decreto n. 81 del 2008.

(in ogni caso)

3. Il periodo necessario alla conclusione degli adempimenti di cui al comma 2, lettera a), costituisce automatico differimento dei termini di ultimazione di cui all'articolo 14 e nelle more degli stessi adempimenti:

   a) qualora i lavori non possano utilmente iniziare non decorre il termine per l'inizio dei lavori di cui all'articolo 13, dandone atto nel verbale di consegna;

   b) qualora i lavori non possano utilmente proseguire si provvede sospensione e alla successiva ripresa dei lavori ai sensi degli articoli 16 e 17.

Art. 44. Modifiche e integrazioni al piano di sicurezza e di coordinamento / sostitutivo [64]

(scegliere una delle due opzioni seguenti)

(opzione 1: cantieri rientranti tra le fattispecie ex art. 90, comma 3, Decreto n. 81 del 2008)

1. L'appaltatore può presentare al coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione una o più proposte motivate di modificazione o di integrazione al piano di sicurezza e di coordinamento, nei seguenti casi:

   a) per adeguarne i contenuti alle proprie tecnologie oppure quando ritenga di poter meglio garantire la sicurezza nel cantiere sulla base della propria esperienza, anche in seguito alla consultazione obbligatoria e preventiva dei rappresentanti per la sicurezza dei propri lavoratori o a rilievi da parte degli organi di vigilanza;

   b) per garantire il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori eventualmente disattese nel piano di sicurezza, anche in seguito a rilievi o prescrizioni degli organi di vigilanza.

2. L'appaltatore ha il diritto che il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione si pronunci tempestivamente, con atto motivato da annotare sulla documentazione di cantiere, sull'accoglimento o il rigetto delle proposte presentate; le decisioni del coordinatore sono vincolanti per l'appaltatore.
3. Se entro il termine di tre giorni lavorativi dalla presentazione delle proposte dell'appaltatore, prorogabile una sola volta di altri tre giorni lavorativi, il coordinatore per la sicurezza non si pronuncia:

   a) nei casi di cui al comma 1, lettera a), le proposte si intendono accolte; l'eventuale accoglimento esplicito o tacito delle modificazioni e integrazioni non può in alcun modo giustificare variazioni in aumento o

adeguamenti in aumento dei prezzi pattuiti, né maggiorazioni di alcun genere del corrispettivo;

b) nei casi di cui al comma 1, lettera b), le proposte si intendono accolte se non comportano variazioni in aumento o adeguamenti in aumento dei prezzi pattuiti, né maggiorazioni di alcun genere del corrispettivo, diversamente si intendono rigettate.

4. Nei casi di cui al comma 1, lettera b), nel solo caso di accoglimento esplicito, se le modificazioni e integrazioni comportano maggiori costi per l'appaltatore, debitamente provati e documentati, e se la Stazione appaltante riconosce tale maggiore onerosità, trova applicazione la disciplina delle varianti.

(opzione 2: cantieri non rientranti nelle fattispecie ex art. 90, comma 3, Decreto n. 81 del 2008)

1. 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 di cui al punto 3.1 dell'allegato XV al Decreto n. 81 del 2008, purché si tratti di renderlo coerente a nuove situazioni oggettive oppure di concreti e dimostrati miglioramenti alle misure di sicurezza.
2. Alle modifiche e integrazioni di cui al comma 1 si applica la disciplina dell'articolo 43.

Art. 45. Piano operativo di sicurezza

1. L'appaltatore, entro 30 giorni dall'aggiudicazione e comunque prima dell'inizio dei lavori, deve predisporre e consegnare alla DL 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 dell'articolo 131, comma 2, lettera c), del Codice dei contratti, dell'articolo 89, comma 1, lettera h), del Decreto n. 81 del 2008 e del punto 3.2 dell'allegato XV al predetto decreto, comprende il documento di valutazione dei rischi di cui agli articoli 28 e 29 del citato Decreto n. 81 del 2008, con riferimento allo specifico cantiere e deve essere aggiornato ad ogni mutamento delle lavorazioni rispetto alle previsioni.
2. Il piano operativo di sicurezza deve essere redatto da ciascuna impresa operante nel cantiere e consegnato alla stazione appaltante, per il tramite dell'appaltatore, prima dell'inizio dei lavori per i quali esso è redatto.
3. Ai sensi dell'articolo 131 del Codice dei contratti l'appaltatore è tenuto ad acquisire i piani operativi di sicurezza redatti dalle imprese subappaltatrici di cui all'articolo 47, comma 4, lettera d), sub. 2), del presente Capitolato speciale, 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. In ogni caso trova applicazione quanto previsto dall'articolo 41, comma 4.
4. Ai sensi dell'articolo 96, comma 1-bis, del Decreto n. 81 del 2008, il piano operativo di sicurezza non è necessario4per gli operatori che si limitano a fornire materiali o attrezzature; restano fermi per i predetti operatori gli obblighi di cui all'articolo 26 del citato Decreto n. 81 del 2008.

(scegliere una delle due opzioni seguenti)

(opzione 1: cantieri rientranti tra le fattispecie ex art. 90, comma 3, Decreto n. 81 del 2008)

5. Il piano operativo di sicurezza costituisce piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 43.

(opzione 2: cantieri non rientranti nelle fattispecie ex art. 90, comma 3, Decreto n. 81 del 2008)

5. Il piano operativo di sicurezza costituisce piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza sostitutivo cui all'articolo 43, previsto dall'articolo 131, comma 1, lettera b), del Codice dei contratti e deve essere aggiornato se è successivamente redatto il piano di sicurezza e di coordinamento predisposto dal coordinatore per la sicurezza ai sensi degli articoli 90, comma 5, e 92, comma 2, del Decreto n. 81 del 2008.

Art. 46. Osservanza e attuazione dei piani di sicurezza

1. L’appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela di cui all'articolo 15 del Decreto n. 81 del 2008, con particolare riguardo alle circostanze e agli adempimenti descritti agli articoli da 88 a 104 e agli allegati da XVI a XXV dello stesso decreto.
2. I piani di sicurezza devono essere redatti in conformità all’allegato XV al Decreto n. 81 del 2008, nonché alla migliore letteratura tecnica in materia.
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 la dichiarazione circa l'assolvimento degli obblighi assicurativi e previdenziali. L’appaltatore 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 raggruppamento temporaneo o di consorzio ordinario di imprese detto obbligo incombe all’impresa mandataria; in caso di consorzio stabile o di consorzio di cooperative o di imprese artigiane tale obbligo incombe al consorzio. 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 / sostitutivo [65] ed 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.
5. Ai sensi dell’articolo 118, comma 4, terzo periodo, del Codice dei contratti, l’appaltatore è solidalmente responsabile con i subappaltatori per gli adempimenti, da parte di questo ultimo, degli obblighi di sicurezza.

CAPO 9. DISCIPLINA DEL SUBAPPALTO

Art. 47. Subappalto

(opzione 2: appalti dove sono previste categorie scorporabili o subappaltabili)

1. Le lavorazioni appartenenti alla categoria prevalente di cui all'articolo 4, comma 1, sono subappaltabili nella misura massima del 30% (trenta per cento), [(66)] in termini economici, dell'importo dei lavori della stessa categoria prevalente di cui all'articolo 4, comma 3. Tutte le lavorazioni diverse dalla categoria prevalente, a qualsiasi categoria appartengano, sono scorporabili o subappaltabili a scelta dell'appaltatore, ferme restando le prescrizioni di cui all'articolo 4 e l'osservanza dell'articolo 118 del Codice dei contratti nonché dell'articolo 170 del Regolamento generale, con i limiti, i divieti e le prescrizioni che seguono: [(67)]

   a) i lavori individuati all'articolo 4, comma 2, lettera a), possono essere subappaltati o subaffidati in cottimo nella misura massima del 30% (trenta per cento), in termini economici, dell'importo di ciascuna categoria; [(68)] il subappalto, nel predetto limite, deve essere richiesto e autorizzato unitariamente con divieto di frazionamento in più subcontratti per i lavori della stessa categoria; [(69)]

   b) i lavori individuati all'articolo 4, comma 2, lettera b), devono essere obbligatoriamente subappaltati se l'appaltatore non ha i requisiti per la loro esecuzione;

   c) i lavori individuati all'articolo 4, comma 2, lettera c), possono essere subappaltati per intero;

   (solo se in presenza di lavorazioni di importo non superiore al 10% del totale e non superiore a 150.000 euro, non indicate nel bando come scorporabili, aggiungere la seguente lettera)

   d) i lavori individuati all'articolo 4, comma 4, possono essere subappaltati per intero e l'importo subappaltato concorre/non concorre [(70)] alla determinazione della quota subappaltabile della categoria prevalente.

(in ogni caso, sia per l'opzione 1 che per l'opzione 2)

2. L'affidamento in subappalto o in cottimo è consentito, previa autorizzazione della Stazione appaltante, subordinata all'acquisizione del DURC dell'appaltatore e del DURC del subappaltatore, ai sensi dell'articolo 53, comma 2, alle seguenti condizioni:

   a) che l'appaltatore abbia indicato all'atto dell'offerta 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, presso la Stazione appaltante:

      1) di copia autentica del contratto di subappalto presso la Stazione appaltante almeno 20 giorni prima della data di effettivo inizio dell'esecuzione delle relative lavorazioni subappaltate; dal contratto di subappalto devono risultare, pena rigetto dell'istanza o revoca dell'autorizzazione eventualmente rilasciata:

         - se al subappaltatore sono affidati parte degli apprestamenti, degli impianti o delle altre attività previste dal Piano di sicurezza e coordinamento di cui al punto 4 dell'allegato XV al Decreto n. 81 del 2008;

         - l'inserimento delle clausole di cui al successivo articolo 65, per quanto di pertinenza, ai sensi dell'articolo 3, commi 1 e 9, della legge n. 136 del 2010, pena la nullità assoluta del contratto di subappalto;

         - l'individuazione delle categorie, tra quelle di cui all'allegato «A» al Regolamento generale, con i relativi importi, al fine della verifica della qualificazione del subappaltatore e del rilascio del certificato di esecuzione lavori di cui all'allegato «B» al predetto Regolamento generale;

      2) di una dichiarazione circa la sussistenza o meno di eventuali forme di controllo o di collegamento, a norma dell'articolo 2359 del codice civile, con l'impresa alla quale è affidato il subappalto o il cottimo; in caso di raggruppamento temporaneo, società di imprese o consorzio, analoga dichiarazione dev'essere fatta da ciascuna delle imprese partecipanti al raggruppamento, 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:

1) 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 [(71)] da realizzare in subappalto o in cottimo;

2) una o più dichiarazioni del subappaltatore, rilasciate ai sensi degli articoli 46 e 47 del d.P.R. n. 445 del 2000, attestante il possesso dei requisiti di ordine generale e assenza della cause di esclusione di cui all'articolo 38 del Codice dei contratti;

d) che non sussista, nei confronti del subappaltatore, alcuno dei divieti previsti dall'articolo 67 del decreto legislativo n. 159 del 2011; a tale scopo:

1) se l'importo del contratto di subappalto è superiore ad euro 150.000, la condizione è accertata mediante acquisizione della comunicazione antimafia / all'informazione antimafia, ([72]) ***(fino all'attivazione della Banca dati e comunque fino al termine di cui all'articolo 99, comma 2-bis, primo periodo, del d.lgs. n. 159 del 2011)*** acquisita dalla competente prefettura ai sensi dell'articolo 99, comma 2-bis, del citato decreto legislativo n. 159 del 2011 ***(dopo l'attivazione della Banca dati e comunque trascorso il termine di cui all'articolo 99, comma 2-bis, primo periodo, del d.lgs. n. 159 del 2011)*** acquisita mediante la consultazione della Banca dati ai sensi degli articoli 96 e 97 del citato decreto legislativo;

2) se l'importo del contratto di subappalto è pari o inferiore a euro 150.000, in alternativa alla documentazione di cui al precedente numero 1), l'appaltatore può produrre alla Stazione appaltante l'autocertificazione del subappaltatore, sostitutiva della documentazione antimafia, ai sensi dell'articolo 89 del decreto legislativo n. 159 del 2011;

3) il subappalto è vietato, a prescindere dall'importo dei relativi lavori, se per l'impresa subappaltatrice è accertata una delle situazioni indicate dagli articoli 84, comma 4, o 91, comma 7, del citato decreto legislativo.

3. Il subappalto e l'affidamento in cottimo devono essere autorizzati preventivamente dalla Stazione appaltante in seguito a richiesta scritta dell'appaltatore, nei termini che seguono:

(opzione 2: lavori di importo superiore a 150.000 euro)

a) l'autorizzazione è rilasciata entro 30 giorni dal ricevimento della richiesta; tale termine può essere prorogato una sola volta per non più di 30 giorni, ove ricorrano giustificati motivi;

b) trascorso il medesimo termine, eventualmente prorogato, senza che la Stazione appaltante abbia provveduto, l'autorizzazione si intende concessa a tutti gli effetti se sono verificate tutte le condizioni di legge per l'affidamento del subappalto;

c) per i subappalti o cottimi di importo inferiore al 2% dell'importo contrattuale o di importo inferiore a 100.000 euro, i termini di cui alla lettera a) sono ridotti a 15 giorni.

4. L'affidamento di lavori in subappalto o in cottimo comporta i seguenti obblighi:

a) ai sensi dell'articolo 118, comma 4, del Codice dei contratti, 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) ***(qualora si sia scelto di non applicare il ribasso al costo del personale e agli oneri di sicurezza aziendale, opzioni 1.b e 2.b all'articolo 2 – cosiddetta opzione ITACA - aggiungere il seguente periodo)*** limitatamente alle prestazioni al netto del costo del personale e dei costi di sicurezza aziendali relativi ai lavori da affidare in subappalto; le quote relative al costo del personale e ai costi per la sicurezza aziendale relative ai lavori in subappalto non possono essere oggetto di ribasso nel contratto di subappalto;

b) se al subappaltatore sono affidati, in tutto o in parte, gli apprestamenti, gli impianti o le altre attività previste dal Piano di sicurezza e coordinamento di cui al punto 4 dell'allegato XV al Decreto n. 81 del 2008 connessi ai lavori in subappalto, i relativi oneri per la sicurezza sono pattuiti al prezzo originario previsto dal progetto, senza alcun ribasso; la Stazione appaltante, per il tramite della DL e sentito il coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione, provvede alla verifica dell'effettiva applicazione della presente disposizione;

c) 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;

d) 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;

e) le imprese subappaltatrici, per tramite dell'appaltatore, devono trasmettere alla Stazione appaltante, prima dell'inizio dei lavori in subappalto:

1) la documentazione di avvenuta denunzia agli enti previdenziali, inclusa la Cassa edile, assicurativi ed antinfortunistici;

2) copia del proprio piano operativo di sicurezza di cui all'articolo 131, comma 2, lettera c), del Codice dei contratti in coerenza con i piani di cui agli articoli 43 e 45 del presente Capitolato speciale.

5. Le presenti disposizioni si applicano anche ai raggruppamenti temporanei di imprese e alle società anche consortili, quando le imprese riunite o consorziate non intendono eseguire direttamente i lavori scorporabili.

6. I lavori affidati in subappalto non possono essere oggetto di ulteriore subappalto pertanto il subappaltatore non può subappaltare a sua volta i lavori. ***(in presenza di una o più categorie OS 4, OS 5, OS 13, OS 18-A e OS 18-B, aggiungere il seguente periodo)*** Tuttavia, ai sensi dell'articolo 170, comma 2, del Regolamento generale, l'appaltatore o il subappaltatore in possesso dei requisiti relativi alle categorie scorporabili «_____», [73] possono stipulare con il subcontraente il contratto di posa in opera di componenti e apparecchiature necessari per la realizzazione di strutture, impianti e opere speciali individuati nelle predette categorie; tali affidamenti non sono considerati subappalti se non ricorrono le condizioni di cui all'articolo 118, comma 11 del Codice dei contratti. In tal caso trova comunque applicazione la disciplina di cui al precedente comma 2, lettere b), c) e d), intendendosi le condizioni richieste al subappaltatore come richieste al subcontraente.

(se del caso)

7. Se l'appaltatore intende avvalersi della fattispecie disciplinata dall'articolo 30 del decreto legislativo n. 276 del 2003 (distacco di manodopera) deve trasmettere, almeno 20 giorni prima della data di effettivo utilizzo della manodopera distaccata, apposita comunicazione con la quale dichiara:

a) di avere in essere con la società distaccante un contratto di distacco (da allegare in copia);

b) di volersi avvalere dell'istituto del distacco per l'appalto in oggetto indicando i nominativi dei soggetti distaccati;

c) che le condizioni per le quali è stato stipulato il contratto di distacco sono tuttora vigenti e che non si ricade nella fattispecie di mera somministrazione di lavoro.

8. La comunicazione deve indicare anche le motivazioni che giustificano l'interesse della società distaccante a ricorrere al distacco di manodopera se questa non risulta in modo evidente dal contratto tra le parti di cui sopra. Alla comunicazione deve essere allegata la documentazione necessaria a comprovare in Capo al soggetto distaccante il possesso dei requisiti generali di cui all'articolo 38 del Codice dei contratti. La Stazione appaltante, entro 15 giorni dal ricevimento della comunicazione e della documentazione allegata, può negare l'autorizzazione al distacco se in sede di verifica non sussistono i requisiti di cui sopra.

Art. 48. 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 DL e il RUP, nonché il coordinatore per l'esecuzione in materia di sicurezza di cui all'articolo 92 del Decreto n. 81 del 2008, provvedono a verificare, ognuno per la propria competenza, il rispetto di tutte le condizioni di ammissibilità e di esecuzione dei contratti di subappalto.

3. Il subappalto non autorizzato comporta inadempimento contrattualmente grave ed essenziale anche ai sensi

dell'articolo 1456 del codice civile con la conseguente possibilità, per la Stazione appaltante, di risolvere il contratto in danno dell'appaltatore, ferme restando le sanzioni penali previste dall'articolo 21 della legge 13 settembre 1982, n. 646, come modificato dal decreto-legge 29 aprile 1995, n. 139, convertito dalla legge 28 giugno 1995, n. 246 (ammenda fino a un terzo dell'importo dell'appalto, arresto da sei mesi ad un anno).

4. Ai sensi dell'articolo 118, comma 11, del Codice dei contratti e ai fini dell'articolo 47 del presente Capitolato speciale è considerato subappalto qualsiasi contratto avente ad 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 per cento dell'importo dei lavori affidati o di importo superiore a 100.000 euro e se l'incidenza del costo della manodopera e del personale è superiore al 50 per cento dell'importo del contratto di subappalto. I sub-affidamenti che non costituiscono subappalto, devono essere comunicati al RUP e al coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione almeno il giorno feriale antecedente all'ingresso in cantiere dei soggetti sub-affidatari, con la denominazione di questi ultimi.
5. Ai sensi dell'articolo 118, comma 12, del Codice dei contratti e ai fini dell'articolo 47 del presente Capitolato speciale non è considerato subappalto l'affidamento di attività specifiche di servizi a lavoratori autonomi, purché tali attività non costituiscano lavori.
6. Ai subappaltatori, ai sub affidatari, nonché ai soggetti titolari delle prestazioni che non sono considerate subappalto ai sensi dei commi 4 e 5, si applica l'articolo 52, commi 4, 5 e 6, in materia di tessera di riconoscimento.

Art. 49. Pagamento dei subappaltatori

(scegliere una delle due opzioni seguenti) [74]

(opzione 2: pagamento all'appaltatore, salvi i casi speciali previsti dalla legge)

1. La Stazione appaltante, salvo quanto previsto nel seguito, non provvede al pagamento diretto dei subappaltatori e dei cottimisti e 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, pena la sospensione dei successivi pagamenti. La stessa disciplina si applica in relazione alle somme dovute agli esecutori in subcontratto di forniture le cui prestazioni sono pagate in base allo stato di avanzamento lavori o allo stato di avanzamento forniture. [75] In deroga a quanto previsto al primo periodo, quando il subappaltatore o il subcontraente è una micro, piccola o media impresa, la Stazione appaltante provvede a corrispondere direttamente al subappaltatore e al cottimista l'importo dei lavori da loro eseguiti. [76] ***(se sono previsti «strutture, impianti e opere speciali » elencati all'articolo 107, comma 2, del Regolamento generale, di importo superiore al 15% del totale dei lavori, come previsto dall'articolo 4, comma 4, aggiungere il seguente periodo)*** In deroga a quanto previsto al primo periodo, ai sensi dell'articolo 37, comma 11, secondo periodo, del Codice dei contratti, limitatamente al subappalto o subaffidamento in cottimo di strutture, impianti e opere speciali elencate all'articolo 107, comma 2, del Regolamento generale, di importo superiore al 15% del totale dei lavori, individuati al precedente articolo 4, comma 4, la Stazione appaltante provvede a corrispondere direttamente ai subappaltatori e ai cottimisti l'importo dei lavori eseguiti dagli stessi. ***(in ogni caso)*** In caso di pagamento diretto dei subappaltatori o cottimisti, l'appaltatore è obbligato a trasmettere alla Stazione appaltante, tempestivamente e comunque entro 20 (venti) giorni dall'emissione di ciascun stato di avanzamento lavori, una comunicazione che indichi la parte dei lavori eseguiti dai subappaltatori o dai cottimisti, specificando i relativi importi e la proposta motivata di pagamento.

(in ogni caso, sia per l'opzione 1 che per l'opzione 2)

2. Ai sensi dell'articolo 118, comma 6, del Codice dei contratti, i pagamenti al subappaltatore sono subordinati:
   a) all'acquisizione del DURC dell'appaltatore e del subappaltatore, ai sensi dell'articolo 53, comma 2;
   b) all'acquisizione delle dichiarazioni di cui all'articolo 27, comma 8, relative al subappaltatore;
   c) all'ottemperanza alle prescrizioni di cui all'articolo 66 in materia di tracciabilità dei pagamenti;

d) alle limitazioni di cui agli articoli 52, comma 2 e 53, comma 4.

3. Se l'appaltatore non provvede nei termini agli adempimenti di cui al comma 1 e non sono verificate le condizioni di cui al comma 2, la Stazione appaltante sospende l'erogazione delle rate di acconto o di saldo fino a che l'appaltatore non adempie a quanto previsto.

4. La documentazione contabile di cui al comma 1 deve specificare separatamente:

   a) l'importo degli eventuali oneri per la sicurezza da liquidare al subappaltatore ai sensi dell'articolo 47, comma 4, lettera b);

   b) l'individuazione delle categorie, tra quelle di cui all'allegato «A» al Regolamento generale, al fine della verifica della compatibilità con le lavorazioni autorizzate di cui all'articolo 47, comma 2, lettera b), numero 1), terzo trattino, e ai fini del rilascio del certificato di esecuzione lavori di cui all'allegato «B» al predetto Regolamento generale

5. Ai sensi dell'articolo 17, ultimo comma, del d.P.R. n. 633 del 1972, aggiunto dall'articolo 35, comma 5, della legge 4 agosto 2006, n. 248, 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. CONTROVERSIE, MANODOPERA, ESECUZIONE D'UFFICIO

Art. 50. Accordo bonario e transazione

1. Ai sensi dell'articolo 240, commi 1 e 2, del Codice dei contratti, se, a seguito dell'iscrizione di riserve sui documenti contabili, l'importo economico dei lavori comporta variazioni rispetto all'importo contrattuale in misura superiore al 10% (dieci per cento) di quest'ultimo, il RUP deve valutare immediatamente l'ammissibilità di massima delle riserve, la loro non manifesta infondatezza e la non imputabilità a maggiori lavori per i quali sia necessaria una variante in corso d'opera ai sensi dell'articolo 132 del Codice dei contratti, il tutto anche ai fini dell'effettivo raggiungimento della predetta misura percentuale. Il RUP rigetta tempestivamente le riserve che hanno per oggetto aspetti progettuali oggetto di verifica ai sensi dell'articolo 112 del Codice dei contratti.

(scegliere una delle seguenti opzioni)

(opzione 1: appalti di importo fino a 10 milioni di euro)

2. Il RUP può nominare una commissione, ai sensi dell'articolo 240, commi 7, 8, 9, 9-bis, 10, 11, 12, 14 e 15, del Codice dei contratti, e immediatamente acquisisce o fa acquisire alla commissione, ove costituita, la relazione riservata della DL e, ove nominato, del collaudatore, e, se ritiene che le riserve non siano manifestamente infondate o palesemente inammissibili, formula una proposta motivata di accordo bonario.

(in ogni caso, sia per l'opzione 1 che per l'opzione 2)

3. La proposta motivata di accordo bonario è formulata e trasmessa contemporaneamente all'appaltatore e alla Stazione appaltante entro 90 (novanta) giorni dall'apposizione dell'ultima delle riserve. L'appaltatore e la Stazione appaltante devono pronunciarsi entro 30 (trenta) giorni dal ricevimento della proposta; la pronuncia della Stazione appaltante deve avvenire con provvedimento motivato; la mancata pronuncia nel termine previsto costituisce rigetto della proposta.

4. La procedura può essere reiterata nel corso dei lavori una sola volta. La medesima procedura si applica, a prescindere dall'importo, per le riserve non risolte al momento dell'emissione del certificato di collaudo provvisorio.

5. Sulle somme riconosciute in sede amministrativa o contenziosa, gli interessi al tasso legale cominciano a decorrere 60 (sessanta) giorni dopo la data di sottoscrizione dell'accordo bonario, successivamente approvato dalla Stazione appaltante, oppure dall'emissione del provvedimento esecutivo con il quale sono state risolte le controversie.

6. Ai sensi dell'articolo 239 del Codice dei contratti, anche al di fuori dei casi in cui è previsto il ricorso all'accordo bonario ai sensi dei commi precedenti, le controversie relative a diritti soggettivi derivanti dall'esecuzione del contratto possono sempre essere risolte mediante atto di transazione, in forma scritta, nel rispetto del codice civile; se l'importo differenziale della transazione eccede la somma di 100.000 euro, è necessario il parere

dell'avvocatura che difende la stazione appaltante o, in mancanza, del funzionario più elevato in grado, competente per il contenzioso. Il dirigente competente, sentito il RUP, esamina la proposta di transazione formulata dal soggetto appaltatore, ovvero può formulare una proposta di transazione al soggetto appaltatore, previa audizione del medesimo.

7. La procedura di cui al comma 6 può essere esperita anche per le controversie circa l'interpretazione del contratto o degli atti che ne fanno parte o da questo richiamati, anche quando tali interpretazioni non diano luogo direttamente a diverse valutazioni economiche.
8. Nelle more della risoluzione delle controversie l'appaltatore non può comunque rallentare o sospendere i lavori, né rifiutarsi di eseguire gli ordini impartiti dalla Stazione appaltante.
9. Resta fermo quanto previsto dall'articolo 240-bis del Codice dei contratti.

Art. 51. Definizione delle controversie

(scegliere una delle seguenti opzioni)

(opzione 1: se è escluso in assoluto il ricorso all'arbitrato)

(nell'ambito dell'opzione 1, scegliere una delle seguenti sub-opzioni)

(sub-opzione 1.a: per appalti di importo inferiore alla soglia di rilievo comunitario)

1. Ove non si proceda all'accordo bonario ai sensi dell'articolo 50 e l'appaltatore confermi le riserve, la definizione di tutte le controversie derivanti dall'esecuzione del contratto è devoluta al Tribunale ordinario competente presso il Foro di Catanzaro ed è esclusa la competenza arbitrale.

Art. 52. Contratti collettivi e disposizioni sulla manodopera

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 se non è 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;
   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. Ai sensi dell'articolo 5 del Regolamento generale, in caso di ritardo immotivato nel pagamento delle retribuzioni dovute al personale dipendente dell'appaltatore o dei subappaltatori, la Stazione appaltante può pagare direttamente ai lavoratori le retribuzioni arretrate, anche in corso d'opera, utilizzando le somme trattenute sui pagamenti delle rate di acconto e di saldo ai sensi degli articoli 27, comma 8 e 28, comma 8, del presente Capitolato Speciale.
3. In ogni momento la DL e, per suo tramite, il RUP, possono richiedere all'appaltatore e ai subappaltatori copia del libro unico del lavoro di cui all'articolo 39 della legge 9 agosto 2008, n. 133, possono altresì richiedere i documenti di riconoscimento al personale presente in cantiere e verificarne la effettiva iscrizione nel predetto libro unico del lavoro dell'appaltatore o del subappaltatore autorizzato.
4. Ai sensi degli articoli 18, comma 1, lettera u), 20, comma 3 e 26, comma 8, del Decreto n. 81 del 2008, nonché

dell'articolo 5, comma 1, primo periodo, della legge n. 136 del 2010, 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, i dati identificativi del datore di lavoro e la data di assunzione del lavoratore. L'appaltatore risponde dello stesso obbligo anche per i lavoratori dipendenti dai subappaltatori autorizzati; la tessera dei predetti lavoratori deve riportare gli estremi dell'autorizzazione al subappalto. Tutti i lavoratori sono tenuti ad esporre detta tessera di riconoscimento.

5. Agli stessi obblighi devono ottemperare 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 (soci, artigiani di ditte individuali senza dipendenti, professionisti, fornitori esterni, collaboratori familiari e simili); tutti i predetti soggetti devono provvedere in proprio e, in tali casi, la tessera di riconoscimento deve riportare i dati identificativi del committente ai sensi dell'articolo 5, comma 1, secondo periodo, della legge n. 136 del 2010.
6. La violazione degli obblighi di cui ai commi 4 e 5 comporta l'applicazione, in capo al datore di lavoro, della sanzione amministrativa da euro 100 ad euro 500 per ciascun lavoratore. Il lavoratore munito della tessera di riconoscimento di cui al comma 3 che non provvede ad esporla è punito con la sanzione amministrativa da euro 50 a euro 300. Nei confronti delle predette sanzioni non è ammessa la procedura di diffida di cui all'articolo 13 del decreto legislativo 23 aprile 2004, n. 124.

Art. 53. Documento Unico di Regolarità contributiva (DURC)

1. La stipula del contratto, l'erogazione di qualunque pagamento a favore dell'appaltatore, la stipula di eventuali atti di sottomissione o di appendici contrattuali, il rilascio delle autorizzazioni al subappalto, il certificato di collaudo / di regolare esecuzione [(77)], sono subordinati all'acquisizione del DURC.

(scegliere una delle due opzioni seguenti)

(opzione 1: Stazione appaltante amministrazione aggiudicatrice)

2. Il DURC è acquisito d'ufficio dalla Stazione appaltante a condizione che l'appaltatore e, tramite esso, i subappaltatori, trasmettano tempestivamente alla stessa Stazione appaltante il modello unificato INAIL-INPS-CASSA EDILE, compilato nei quadri «A» e «B» o, in alternativa, le seguenti indicazioni:
   - il contratto collettivo nazionale di lavoro (CCNL) applicato;
   - la classe dimensionale dell'impresa in termini di addetti;
   - per l'INAIL: codice ditta, sede territoriale dell'ufficio di competenza, numero di posizione assicurativa;
   - per l'INPS: matricola azienda, sede territoriale dell'ufficio di competenza; se impresa individuale numero di posizione contributiva del titolare; se impresa artigiana, numero di posizione assicurativa dei soci;
   - per la Cassa Edile (CAPE): codice impresa, codice e sede cassa territoriale di competenza.

(in ogni caso)

3. Ai sensi dell'articolo 31, commi 4 e 5, della legge n. 98 del 2013, dopo la stipula del contratto il DURC è richiesto ogni 120 (centoventi) giorni, oppure in occasione del primo pagamento se anteriore a tale termine; il DURC ha validità di 120 (centoventi) giorni e nel periodo di validità può essere utilizzato esclusivamente per il pagamento delle rate di acconto e per il certificato di collaudo / di regolare esecuzione. [(78)]
4. Ai sensi dell'articolo 4 del Regolamento generale e dell'articolo 31, comma 3, della legge n. 98 del 2013, in caso di ottenimento del DURC che segnali un inadempimento contributivo relativo a uno o più soggetti impiegati nell'esecuzione del contratto, la Stazione appaltante, in assenza di regolarizzazione tempestiva, la Stazione appaltante:
   a) chiede tempestivamente ai predetti istituti e casse la quantificazione dell'ammontare delle somme che hanno determinato l'irregolarità, se tale ammontare non risulti già dal DURC;
   b) trattiene un importo corrispondente all'inadempimento, sui certificati di pagamento delle rate di acconto e sulla rata di saldo di cui agli articoli 27 e 28 del presente Capitolato Speciale;

c) corrisponde direttamente agli enti previdenziali e assicurativi, compresa, la Cassa edile, quanto dovuto per gli inadempimenti accertati mediante il DURC, in luogo dell'appaltatore e dei subappaltatori;

d) provvede alla liquidazione delle rate di acconto e della rata di saldo di cui agli articoli 27 e 28 del presente Capitolato Speciale, limitatamente alla eventuale disponibilità residua.

5. Fermo restando quanto previsto all'articolo 54, comma 1, lettera o), nel caso il DURC relativo al subappaltatore sia negativo per due volte consecutive, la Stazione appaltante contesta gli addebiti al subappaltatore assegnando un termine non inferiore a 15 (quindici) giorni per la presentazione delle controdeduzioni; in caso di assenza o inidoneità di queste la Stazione appaltante pronuncia la decadenza dell'autorizzazione al subappalto.

Art. 54. Risoluzione del contratto. Esecuzione d'ufficio dei lavori

1. Costituiscono causa di risoluzione del contratto, e la Stazione appaltante ha facoltà di risolvere il contratto mediante lettera raccomandata, anche mediante posta elettronica certificata, con messa in mora di 15 giorni, senza necessità di ulteriori adempimenti, oltre ai casi di cui all'articolo 21, i seguenti casi:

a) l'appaltatore sia colpito da provvedimento definitivo di applicazione di una misura di prevenzione di cui agli articoli 6 o 67 del decreto legislativo n. 159 del 2011, ovvero sia intervenuta sentenza di condanna passata in giudicato per i delitti previsti dall'articolo 51, commi 3-bis e 3-quater, del codice di procedura penale, dagli articoli 314, primo comma, 316, 316-bis, 317, 318, 319, 319-ter, 319-quater e 320 del codice penale, nonché per reati di usura, riciclaggio oppure per frodi nei riguardi della Stazione appaltante, di subappaltatori, di fornitori, di lavoratori o di altri soggetti comunque interessati ai lavori, ai sensi dell'articolo 135 del Codice dei contratti;

b) inadempimento alle disposizioni della DL riguardo ai tempi di esecuzione o quando risulti accertato il mancato rispetto delle ingiunzioni o diffide fattegli, nei termini imposti dagli stessi provvedimenti;

c) manifesta incapacità o inidoneità, anche solo legale, nell'esecuzione dei lavori;

d) inadempimento accertato alle norme di legge sulla prevenzione degli infortuni, la sicurezza sul lavoro e le assicurazioni obbligatorie del personale;

e) sospensione dei lavori o mancata ripresa degli stessi da parte dell'appaltatore senza giustificato motivo;

f) rallentamento dei lavori, senza giustificato motivo, in misura tale da pregiudicare la realizzazione dei lavori nei termini previsti dal contratto;

g) subappalto abusivo, associazione in partecipazione, cessione anche parziale del contratto o violazione di norme sostanziali regolanti il subappalto;

h) non rispondenza dei beni forniti alle specifiche di contratto e allo scopo dell'opera;

i) mancato rispetto della normativa sulla sicurezza e la salute dei lavoratori di cui al Decreto n. 81 del 2008 o ai piani di sicurezza di cui agli articoli 43 e 45, integranti il contratto, e delle ingiunzioni fattegli al riguardo dalla DL, dal RUP o dal coordinatore per la sicurezza;

l) azioni o omissioni finalizzate ad impedire l'accesso al cantiere al personale ispettivo del Ministero del lavoro e della previdenza sociale o dell'A.S.L., oppure del personale ispettivo degli organismi paritetici, di cui all'articolo 51 del Decreto n. 81 del 2008;

m) violazione delle prescrizioni in materia di tracciabilità dei pagamenti, in applicazione dell'articolo 66, comma 5, del presente Capitolato speciale;

n) applicazione di una delle misure di sospensione dell'attività irrogate ai sensi dell'articolo 14, comma 1, del Decreto n. 81 del 2008 ovvero l'azzeramento del punteggio per la ripetizione di violazioni in materia di salute e sicurezza sul lavoro ai sensi dell'articolo 27, comma 1-bis, del citato Decreto n. 81 del 2008;

o) ottenimento del DURC negativo per due volte consecutive, alle condizioni di cui all'articolo 6, comma 8, del Regolamento generale; in tal caso il RUP, acquisita una relazione particolareggiata predisposta dalla DL, contesta gli addebiti e assegna un termine non inferiore a 15 (quindici) giorni per la presentazione delle controdeduzioni; in caso di assenza o inidoneità di queste propone alla Stazione appaltante la risoluzione del

contratto, ai sensi dell'articolo 135, comma 1, del Codice dei contratti.

2. Il contratto è altresì risolto di diritto nei seguenti casi:

   a) 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, oppure in caso di reati accertati ai sensi dell'articolo 135, comma 1, del Codice dei contratti;

   b) nullità assoluta, ai sensi dell'articolo 3, comma 8, primo periodo, della legge n. 136 del 2010, in caso di assenza, nel contratto, delle disposizioni in materia di tracciabilità dei pagamenti;

   c) decadenza dell'attestazione SOA dell'appaltatore per aver prodotto falsa documentazione o dichiarazioni mendaci, risultante dal casellario informatico.

3. Il contratto è altresì risolto se, per il manifestarsi di errori o di omissioni del progetto esecutivo che pregiudicano, in tutto o in parte, la realizzazione dell'opera oppure la sua utilizzazione, come definiti dall'articolo 132, comma 6, del Codice dei contratti, si rendono 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 3, si procede alla liquidazione dei lavori eseguiti, dei materiali utili e del 10 per cento dei lavori non eseguiti, fino a quattro quinti dell'importo del contratto.

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

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

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

   a) affidando ad altra impresa, ai sensi dell'articolo 140 del Codice dei contratti o, in caso di indisponibilità di altra impresa, ponendo a base d'asta del nuovo appalto o di altro affidamento ai sensi dell'ordinamento vigente, l'importo lordo dei lavori di completamento e di quelli 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 nonché dei lavori di ripristino o riparazione, e l'ammontare lordo dei lavori eseguiti dall'appaltatore inadempiente medesimo;

   b) ponendo a carico dell'appaltatore inadempiente:

      1) l'eventuale maggiore costo derivante dalla differenza tra importo netto di aggiudicazione del nuovo appalto per il completamento dei lavori e l'importo netto degli stessi risultante dall'aggiudicazione effettuata in origine all'appaltatore inadempiente;

      2) l'eventuale maggiore costo derivato dalla ripetizione della gara di appalto eventualmente andata deserta, necessariamente effettuata con importo a base d'asta opportunamente maggiorato;

      3) l'eventuale maggiore onere per la Stazione appaltante per effetto della tardata ultimazione dei lavori, delle nuove spese di gara e di pubblicità, delle maggiori spese tecniche di direzione, assistenza, contabilità e collaudo dei lavori, dei maggiori interessi per il finanziamento dei lavori, di ogni eventuale maggiore e diverso danno documentato, conseguente alla mancata tempestiva utilizzazione delle opere alla data prevista dal contratto originario.

7. Nel caso l'appaltatore sia un raggruppamento temporaneo di operatori, oppure un consorzio ordinario o un consorzio stabile, se una delle condizioni di cui al comma 1, lettera a), oppure agli articoli 84, comma 4, o 91,

comma 7, del decreto legislativo n. 159 del 2011, ricorre per un'impresa mandante o comunque diversa dall'impresa capogruppo, le cause di divieto o di sospensione di cui all'articolo 67 del decreto legislativo n. 159 del 2011 non operano nei confronti delle altre imprese partecipanti se la predetta impresa è estromessa sostituita entro trenta giorni dalla comunicazione delle informazioni del prefetto.

CAPO 11. DISPOSIZIONI PER L'ULTIMAZIONE

Art. 55. Ultimazione dei lavori e gratuita manutenzione

1. Al termine dei lavori e in seguito a richiesta scritta dell'appaltatore la DL redige, entro 10 giorni dalla richiesta, il certificato di ultimazione; entro trenta giorni dalla data del certificato di ultimazione dei lavori la DL 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'appaltatore è tenuto a eliminare a sue spese nel termine fissato e con le modalità prescritte dalla DL, fatto salvo il risarcimento del danno alla Stazione appaltante. In caso di ritardo nel ripristino, si applica la penale per i ritardi prevista dall'articolo 18, in proporzione 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 certificato di collaudo provvisorio/di regolare esecuzione [(79)] da parte della Stazione appaltante, da effettuarsi entro i termini previsti dall'articolo 56.

(per interventi che comprendono impianti o altri manufatti soggetti a certificazioni o collaudi tecnici specifici)

4. Non può ritenersi verificata l'ultimazione dei lavori se l'appaltatore non ha consegnato alla DL le certificazioni e i collaudi tecnici di cui all'articolo 22, comma 6; in tal caso la DL non può redigere il certificato di ultimazione e, se redatto, questo non è efficace e non decorrono i termini di cui all'articolo 56, né i termini per il pagamento della rata di saldo di cui all'articolo 28.

Art. 56. Termini per il collaudo o per l'accertamento della regolare esecuzione

(opzione 2: lavori non soggetti a collaudo)

1. Il certificato di regolare esecuzione è essere emesso entro tre mesi dall'ultimazione dei lavori ed ha carattere provvisorio. Esso assume carattere definitivo trascorsi due anni dalla data dell'emissione. Decorso tale termine, il certificato di regolare esecuzione si intende tacitamente approvato anche se l'atto formale di approvazione non sia intervenuto.

(in ogni caso, sia per l'opzione 1 che per l'opzione 2)

2. Durante l'esecuzione dei lavori la Stazione appaltante può effettuare operazioni di controllo o di collaudo parziale o ogni altro accertamento, volti a verificare la piena rispondenza delle caratteristiche dei lavori in corso di realizzazione a quanto richiesto negli elaborati progettuali, nel presente Capitolato speciale o nel contratto.
3. Trova applicazione la disciplina di cui agli articoli da 215 a 235 del Regolamento generale.

Art. 57. Presa in consegna dei lavori ultimati

1. La Stazione appaltante si riserva di prendere in consegna parzialmente o totalmente le opere appaltate anche nelle more del collaudo, con apposito verbale immediatamente dopo l'accertamento sommario di cui all'articolo 55, comma 1, oppure nel diverso termine assegnato dalla DL.
2. Se la Stazione appaltante si avvale di tale facoltà, comunicata all'appaltatore per iscritto, lo stesso appaltatore non si può opporre per alcun motivo, né può reclamare compensi di sorta.

3. Fermo restando quanto previsto dall'articolo 237-bis del Codice dei contratti, l'appaltatore può chiedere che il verbale di cui al comma 1, o altro specifico atto redatto in contraddittorio, dia atto dello stato delle opere, onde essere garantito dai possibili danni che potrebbero essere arrecati alle opere stesse.
4. La presa di possesso da parte della Stazione appaltante avviene nel termine perentorio fissato dalla stessa per mezzo della DL o per mezzo del RUP, in presenza dell'appaltatore o di due testimoni in caso di sua assenza.
5. Se la Stazione appaltante non si trova 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 dall'articolo 55, comma 3.CAPO 12. NORME FINALI

Art. 58. Oneri e obblighi a carico dell'appaltatore

1. Oltre agli oneri di cui al capitolato generale d'appalto, al Regolamento generale e al presente Capitolato speciale, 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.
   a) la fedele esecuzione del progetto e degli ordini impartiti per quanto di competenza, dalla DL, in conformità alle pattuizioni contrattuali, in modo che le opere eseguite risultino a tutti gli effetti collaudabili, esattamente conformi al progetto e a perfetta regola d'arte, richiedendo alla DL tempestive disposizioni scritte per i particolari che eventualmente non risultassero da disegni, dal capitolato 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'articolo 1659 del codice civile;
   b) i movimenti di terra e ogni altro onere relativo alla formazione del cantiere attrezzato, in relazione alla entità dell'opera, con tutti i più moderni e perfezionati impianti per assicurare una perfetta e rapida esecuzione di tutte le opere prestabilite, ponteggi e palizzate, adeguatamente protetti, in adiacenza di proprietà pubbliche o private, la recinzione con solido steccato, nonché la pulizia, la manutenzione del cantiere stesso, l'inghiaiamento e la sistemazione delle sue strade, in modo da rendere sicuri il transito e la circolazione dei veicoli e delle persone addette ai lavori tutti, ivi comprese le eventuali opere scorporate o affidate a terzi dallo stesso ente appaltante;
   c) l'assunzione in proprio, tenendone indenne la Stazione appaltante, di ogni responsabilità risarcitoria e delle obbligazioni relative comunque connesse all'esecuzione delle prestazioni dell'appaltatore a termini di contratto;
   d) l'esecuzione, presso gli Istituti autorizzati, di tutte le prove che verranno ordinate dalla DL, 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 DL 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, datato e conservato;
   e) le responsabilità sulla non rispondenza degli elementi eseguiti rispetto a quelli progettati o previsti dal capitolato;
   f) il mantenimento, fino all'emissione del certificato di collaudo provvisorio/di regolare esecuzione [(80)], della continuità degli scoli delle acque e del transito sugli spazi, pubblici e privati, adiacenti le opere da eseguire;
   g) il ricevimento, lo scarico e il trasporto nei luoghi di deposito o nei punti di impiego secondo le disposizioni della DL, comunque all'interno del cantiere, dei materiali e dei manufatti esclusi dal presente appalto e approvvigionati o eseguiti da altre ditte per conto della Stazione appaltante e per i quali competono a termini di contratto all'appaltatore le assistenze alla posa in opera; i danni che per cause dipendenti dall'appaltatore fossero apportati ai materiali e manufatti suddetti devono essere ripristinati a carico dello stesso appaltatore;
   h) la concessione, su richiesta della DL, 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 la Stazione appaltante intenderà eseguire direttamente oppure a mezzo di altre ditte dalle quali, come dalla Stazione appaltante, l'appaltatore non potrà pretendere compensi di sorta, tranne che per l'impiego di

personale addetto ad impianti di sollevamento; il tutto compatibilmente con le esigenze e le misure di sicurezza;

i) 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;

j) le spese, i contributi, i diritti, i lavori, le forniture e le prestazioni occorrenti per gli allacciamenti provvisori di acqua, energia elettrica, gas e fognatura, necessari per il funzionamento del cantiere e per l'esecuzione dei lavori, nonché le spese per le utenze e i consumi dipendenti dai predetti servizi; l'appaltatore si obbliga 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;

k) l'esecuzione di un'opera campione delle singole categorie di lavoro ogni volta che questo sia previsto specificatamente dal presente capitolato o sia richiesto dalla DL, per ottenere il relativo nullaosta alla realizzazione delle opere simili, nonché la fornitura alla DL, prima della posa in opera di qualsiasi materiale o l'esecuzione di una qualsiasi tipologia di lavoro, della campionatura dei materiali, dei dettagli costruttivi e delle schede tecniche relativi alla posa in opera;

l) la 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 l'illuminazione notturna del cantiere;

m) la costruzione e la manutenzione entro il recinto del cantiere di spazi idonei ad uso ufficio del personale della DL e assistenza, arredati e illuminati;

n) la predisposizione del personale e degli strumenti necessari per tracciamenti, rilievi, misurazioni, prove e controlli dei lavori tenendo a disposizione della DL 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;

o) la consegna, prima della smobilitazione del cantiere, di un certo quantitativo di materiale usato, per le finalità di eventuali successivi ricambi omogenei, previsto dal presente capitolato o precisato da parte della DL con ordine di servizio e che viene liquidato in base al solo costo del materiale;

p) l'idonea protezione dei materiali impiegati e messi in opera a prevenzione di danni di qualsiasi natura e causa, nonché la rimozione di dette protezioni a richiesta della DL; nel caso di sospensione dei lavori deve essere adottato ogni provvedimento necessario ad 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;

q) l'adozione, nel compimento di tutti i lavori, dei procedimenti e delle cautele necessarie a garantire l'incolumità degli operai, delle persone addette ai lavori stessi e dei terzi, nonché ad evitare danni ai beni pubblici e privati, osservando le disposizioni contenute nelle vigenti norme in materia di prevenzione infortuni; con ogni più ampia responsabilità in caso di infortuni a carico dell'appaltatore, restandone sollevati la Stazione appaltante, nonché il personale preposto alla direzione e sorveglianza dei lavori.

r) la pulizia, prima dell'uscita dal cantiere, dei propri mezzi e/o di quelli dei subappaltatori e l'accurato lavaggio giornaliero delle aree pubbliche in qualsiasi modo lordate durante l'esecuzione dei lavori, compreso la pulizia delle caditoie stradali;

s) la dimostrazione dei pesi, a richiesta della DL, presso le pubbliche o private stazioni di pesatura.

t) gli adempimenti della legge n. 1086 del 1971, al deposito della documentazione presso l'ufficio comunale competente e quant'altro derivato dalla legge sopra richiamata;

u) il divieto di autorizzare Terzi alla pubblicazione di notizie, fotografie e disegni delle opere oggetto dell'appalto salvo esplicita autorizzazione scritta della stazione appaltante;

v) l'ottemperanza alle prescrizioni previste dal DPCM del 1 marzo 1991 e successive modificazioni in materia di esposizioni ai rumori;

w) il completo sgombero del cantiere entro 15 giorni dal positivo collaudo provvisorio delle opere;

x) la richiesta tempestiva dei permessi, sostenendo i relativi oneri, per la chiusura al transito veicolare e pedonale (con l'esclusione dei residenti) delle strade urbane interessate dalle opere oggetto dell'appalto;

y) l'installazione e il mantenimento in funzione per tutta la necessaria durata dei lavori la cartellonista a norma del codice della strada atta ad informare il pubblico in ordine alla variazione della viabilità cittadina connessa con l'esecuzione delle opere appaltate. L'appaltatore dovrà preventivamente concordare tipologia, numero e posizione di tale segnaletica con il locale comando di polizia municipale e con il coordinatore della sicurezza;

z) l'installazione di idonei dispositivi e/o attrezzature per l'abbattimento della produzione delle polveri durante tutte le fasi lavorative, in particolare nelle aree di transito degli automezzi.

2. Ai sensi dell'articolo 4 della legge n. 136 del 2010 la proprietà degli automezzi adibiti al trasporto dei materiali per l'attività del cantiere deve essere facilmente individuabile; a tale scopo la bolla di consegna del materiale deve indicare il numero di targa dell'automezzo e le generalità del proprietario nonché, se diverso, del locatario, del comodatario, dell'usufruttuario o del soggetto che ne abbia comunque la stabile disponibilità.

3. L'appaltatore è tenuto a richiedere, prima della realizzazione dei lavori, presso tutti i soggetti diversi dalla Stazione appaltante (Consorzi, rogge, privati, Provincia, gestori di servizi a rete e altri eventuali soggetti coinvolti o competenti in relazione ai lavori in esecuzione) 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.

4. In caso di danni causati da forza maggiore a opere e manufatti, i lavori di ripristino o rifacimento sono eseguiti dall'appaltatore ai prezzi di contratto decurtati ***(scegliere una della seguenti opzioni: Opzione 1)*** della percentuale di incidenza dell'utile, come dichiarata dall'appaltatore in sede di verifica della congruità dei prezzi o, se tale verifica non è stata fatta, come prevista nelle analisi dei prezzi integranti il progetto a base di gara o, in assenza di queste, nella misura prevista dall'articolo 32, comma 2, lettera c), del Regolamento generale.

5. Se i lavori di ripristino o di rifacimento di cui al comma 4, sono di importo superiore a 1/5 (un quinto) dell'importo contrattuale, trova applicazione l'articolo 161, comma 13, del Regolamento generale. Per ogni altra condizione trova applicazione l'articolo 166 del Regolamento generale.

6. L'appaltatore è altresì obbligato:

a) ad intervenire alle misure, le quali possono comunque essere eseguite alla presenza di due testimoni se egli, invitato non si presenta;

b) a firmare i libretti delle misure, i brogliacci e gli eventuali disegni integrativi, sottopostogli dalla DL, subito dopo la firma di questi;

c) a consegnare alla DL, con tempestività, le fatture relative alle lavorazioni e somministrazioni previste dal presente Capitolato speciale e ordinate dalla DL che per la loro natura si giustificano mediante fattura;

d) a consegnare alla DL 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 nonché a firmare le relative liste settimanali sottopostegli dalla DL.

(per lavori che possono modificare i confini di proprietà o comprometterne l'integrità, ad esempio per opere di urbanizzazione, opere stradali e simili, aggiungere il seguente comma)

7. L'appaltatore è obbligato ai tracciamenti e ai riconfinamenti, nonché alla conservazione dei termini di confine, così come consegnati dalla DL su supporto cartografico o magnetico-informatico. L'appaltatore deve rimuovere gli eventuali picchetti e confini esistenti nel minor numero possibile e limitatamente alle necessità di esecuzione dei lavori. Prima dell'ultimazione dei lavori stessi e comunque a semplice richiesta della DL, l'appaltatore deve ripristinare tutti i confini e i picchetti di segnalazione, nelle posizioni inizialmente consegnate dalla stessa DL.

(per lavori che comportano l'esecuzione di opere da interrare e non più ispezionabili, quali sottomurazioni, palificazioni, fognature ecc., aggiungere il seguente comma)

8. L'appaltatore deve produrre alla DL un'adeguata documentazione fotografica relativa alle lavorazioni di particolare complessità, o non più ispezionabili o non più verificabili dopo la loro esecuzione oppure a richiesta

della DL. La documentazione fotografica, a colori e in formati riproducibili agevolmente, reca in modo automatico e non modificabile la data e l'ora nelle quali sono state fatte le relative riprese.

Art. 59. Conformità agli standard sociali

1. I materiali, le pose e i lavori oggetto dell'appalto devono essere prodotti, forniti, posati ed eseguiti in conformità con gli standard sociali minimi in materia di diritti umani e di condizioni di lavoro lungo la catena di fornitura definiti dalle leggi nazionali dei Paesi ove si svolgono le fasi della catena, e in ogni caso in conformità con le Convenzioni fondamentali stabilite dall'Organizzazione Internazionale del Lavoro e dall'Assemblea Generale delle Nazioni Unite. Gli standard sono riportati nella dichiarazione di conformità utilizzando il modello di cui all'Allegato «I» al decreto del Ministro dell'ambiente 6 giugno 2012 (in G.U. n. 159 del 10 luglio 2012), che deve essere sottoscritta dall'appaltatore prima della stipula del contratto.
2. Al fine di consentire il monitoraggio, da parte della Stazione appaltante, della conformità ai predetti standard, gli standard, l'appaltatore è tenuto a:
   a) informare fornitori e sub-fornitori coinvolti nella catena di fornitura dei beni oggetto del presente appalto, che la Stazione appaltante ha richiesto la conformità agli standard sopra citati nelle condizioni d'esecuzione dell'appalto;
   b) fornire, su richiesta della Stazione appaltante ed entro il termine stabilito nella stessa richiesta, le informazioni e la documentazione relativa alla gestione delle attività riguardanti la conformità agli standard e i riferimenti dei fornitori e sub-fornitori coinvolti nella catena di fornitura;
   c) accettare e far accettare dai propri fornitori e sub-fornitori, eventuali verifiche ispettive relative ala conformità agli standard, condotte della Stazione appaltante o da soggetti indicati e specificatamente incaricati allo scopo da parte della stessa Stazione appaltante;
   d) intraprendere, o a far intraprendere dai fornitori e sub-fornitori coinvolti nella catena di fornitura, eventuali ed adeguate azioni correttive, comprese eventuali rinegoziazioni contrattuali, entro i termini stabiliti dalla Stazione appaltante, nel caso che emerga, dalle informazioni in possesso della stessa Stazione appaltante, una violazione contrattuale inerente la non conformità agli standard sociali minimi lungo la catena di fornitura;
   e) dimostrare, tramite appropriata documentazione fornita alla Stazione appaltante, che le clausole sono rispettate, e a documentare l'esito delle eventuali azioni correttive effettuate.
3. Per le finalità di monitoraggio di cui al comma 2 la Stazione appaltante può chiedere all'appaltatore la compilazione dei questionari in conformità al modello di cui all'Allegato ____ [(81)] al decreto del Ministro dell'ambiente 6 giugno 2012.
4. La violazione delle clausole in materia di conformità agli standard sociali di cui ai commi 1 e 2, comporta l'applicazione della penale nella misura di cui all'articolo 18, comma 1, con riferimento a ciascuna singola violazione accertata in luogo del riferimento ad ogni giorno di ritardo.

(solo per appalti da aggiudicare con il criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa dove uno degli elementi di valutazione riguardi il miglioramento degli standard sociali, aggiungere il seguente comma)

5. Gli eventuali miglioramenti delle misure di tutela degli standard sociali derivanti dall'offerta tecnica di cui all'articolo 3, comma 4, secondo periodo, integrano sotto ogni profilo quanto previsto e disciplinato dai commi da 1 a 4.

Art. 60. Proprietà dei materiali di scavo e di demolizione [(82)]

1. I materiali provenienti dalle escavazioni e dalle demolizioni sono di proprietà della Stazione appaltante. [(83)]

(scegliere una delle seguenti opzioni)

(opzione 1)

2. In attuazione dell'articolo 36 del capitolato generale d'appalto i materiali provenienti dalle escavazioni devono

essere trasportati e regolarmente accatastati o, per eventuali rinvenimenti archeologici , in luogo che indicherà l'amministrazione), a cura e spese dell'appaltatore, intendendosi quest'ultimo compensato degli oneri di trasporto e di accatastamento con i corrispettivi contrattuali previsti per gli scavi.

(in ogni caso, per tutte le opzioni)

4. 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'articolo 35 del capitolato generale d'appalto, fermo restando quanto previsto dall'articolo 91, comma 2, del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42.
5. E' fatta salva la possibilità, se ammessa, di riutilizzare i materiali di cui ai commi 1, 2 e 3, ai fini di cui all'articolo 61.

Art. 61. Utilizzo di materiali recuperati o riciclati

(scegliere una delle seguenti opzioni)

(opzione 1: nessun utilizzo di materiali riciclati)

1. Il progetto non prevede categorie di prodotti (tipologie di manufatti e beni) ottenibili con materiale riciclato, tra quelle elencate nell'apposito decreto ministeriale emanato ai sensi dell'articolo 2, comma 1, lettera d), del decreto del ministero dell'ambiente 8 maggio 2003, n. 203. (84)

Art. 62. Terre e rocce da scavo

(scegliere una delle seguenti opzioni)

(opzione 2: i lavori prevedono scavi)

1. Sono a carico e a cura dell'appaltatore tutti gli adempimenti imposti dalla normativa ambientale, compreso l'obbligo della tenuta del registro di carico e scarico dei rifiuti, indipendentemente dal numero dei dipendenti e dalla tipologia dei rifiuti prodotti. L'appaltatore è tenuto in ogni caso al rispetto del decreto ministeriale 10 agosto 2012, n. 161.
2. E' altresì a carico e a cura dell'appaltatore il trattamento delle terre e rocce da scavo (TRS) e la relativa movimentazione, ivi compresi i casi in cui terre e rocce da scavo:
   a) siano considerate rifiuti speciali ai sensi dell'articolo 184 del decreto legislativo n. 152 del 2006;
   b) siano sottratte al regime di trattamento dei rifiuti nel rispetto di quanto previsto dagli articoli 185 e 186 dello stesso decreto legislativo n. 152 del 2006 e di quanto ulteriormente disposto dall'articolo 20, comma 10-sexies della legge 19 gennaio 2009, n. 2.
3. Sono infine a carico e cura dell'appaltatore gli adempimenti che dovessero essere imposti da norme sopravvenute.

Art. 63. Custodia del cantiere

1. E' 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.

(per lavori che richiedano la custodia continuativa, aggiungere il seguente comma)

2. Ai sensi dell'articolo 22 della legge 13 settembre 1982, n. 646, la custodia continuativa deve essere affidata a personale provvisto di qualifica di guardia particolare giurata; la violazione della presente prescrizione comporta la sanzione dell'arresto fino a tre mesi o dell'ammenda da euro 51,00 ad euro 516,00.

Art. 64. Cartello di cantiere

1. L’appaltatore deve predisporre ed esporre in sito numero uno esemplare del cartello indicatore, con le dimensioni di almeno cm. 100 di base e 200 di altezza, recanti le descrizioni di cui alla Circolare del Ministero dei LL.PP. dell’1 giugno 1990, n. 1729/UL, nonché, se del caso, le indicazioni di cui all’articolo 12 del d.m. 22 gennaio 2008, n. 37. Lo stesso cartello dovrà riportare l'indicazione che il progetto è finanziato con fondi dell'Unione europea.
2. Il cartello di cantiere, da aggiornare periodicamente in relazione all’eventuale mutamento delle condizioni ivi riportate; è fornito in conformità al modello di cui all’allegato «B».

Art. 65. Eventuale sopravvenuta inefficacia del contratto

1. Se il contratto è dichiarato inefficace per gravi violazioni in seguito ad annullamento dell’aggiudicazione definitiva per gravi violazioni, trova applicazione l’articolo 121 dell’allegato 1 al decreto legislativo n. 104 del 2010 (Codice del processo amministrativo), come richiamato dall’articolo 245-bis, comma 1, del Codice dei contratti.
2. Se il contratto è dichiarato inefficace in seguito ad annullamento dell’aggiudicazione definitiva per motivi diversi dalle gravi violazioni di cui al comma 1, trova l’articolo 122 dell’allegato 1 al decreto legislativo n. 104 del 2010, come richiamato dall’articolo 245-ter, comma 1, del Codice dei contratti.
3. Trovano in ogni caso applicazione, ove compatibili e in seguito a provvedimento giurisdizionale, gli articoli 123 e 124 dell’allegato 1 al decreto legislativo n. 104 del 2010, come richiamati dagli articoli 245-quater e 245-quinquies, del Codice dei contratti.

Art. 66. Tracciabilità dei pagamenti

1. Ai sensi dell’articolo 3, commi 1 e 8, della legge n. 136 del 2010, gli operatori economici titolari dell’appalto, nonché i subappaltatori, devono comunicare alla Stazione appaltante gli estremi identificativi dei conti correnti dedicati, anche se non in via esclusiva, accesi presso banche o presso Poste italiane S.p.A., entro 7 (sette) giorni dalla stipula del contratto oppure entro 7 (sette) giorni dalla loro accensione se successiva, comunicando altresì negli stessi termini le generalità e il codice fiscale delle persone delegate ad operare sui predetti conti. L’obbligo di comunicazione è esteso anche alle modificazioni delle indicazioni fornite in precedenza. In assenza delle predette comunicazioni la Stazione appaltante sospende i pagamenti e non decorrono i termini legali per l’applicazione degli interesse di cui agli articoli 29, commi 1 e 2, e 30, e per la richiesta di risoluzione di cui all’articolo 29, comma 4.
2. Tutti i movimenti finanziari relativi all’intervento:
   a) per pagamenti a favore dell’appaltatore, dei subappaltatori, dei sub-contraenti, dei sub-fornitori o comunque di soggetti che eseguono lavori, forniscono beni o prestano servizi in relazione all’intervento, devono avvenire mediante bonifico bancario o postale, ovvero altro mezzo che sia ammesso dall’ordinamento giuridico in quanto idoneo ai fini della tracciabilità;
   b) i pagamenti di cui alla precedente lettera a) devono avvenire in ogni caso utilizzando i conti correnti dedicati di cui al comma 1;
   c) i pagamenti destinati a dipendenti, consulenti e fornitori di beni e servizi rientranti tra le spese generali nonché quelli destinati all'acquisto di immobilizzazioni tecniche devono essere eseguiti tramite i conti correnti dedicati di cui al comma 1, per il totale dovuto, anche se non riferibile in via esclusiva alla realizzazione dell’intervento.
3. I pagamenti in favore di enti previdenziali, assicurativi e istituzionali, nonché quelli in favore di gestori e fornitori di pubblici servizi, ovvero quelli riguardanti tributi, possono essere eseguiti anche con strumenti diversi da quelli ammessi dal comma 2, lettera a), fermo restando l'obbligo di documentazione della spesa. Per le spese giornaliere, di importo inferiore o uguale a 1.500 euro possono essere utilizzati sistemi diversi da quelli ammessi dal comma 2, lettera a), fermi restando il divieto di impiego del contante e l'obbligo di documentazione della spesa.

4. Ogni pagamento effettuato ai sensi del comma 2, lettera a), deve riportare, in relazione a ciascuna transazione, il CIG e il CUP di cui all'articolo 1, comma 5.
5. Fatte salve le sanzioni amministrative pecuniarie di cui all'articolo 6 della legge n. 136 del 2010:
   a) la violazione delle prescrizioni di cui al comma 2, lettera a), costituisce causa di risoluzione del contratto ai sensi dell'articolo 3, comma 9-bis, della citata legge n. 136 del 2010;
   b) la violazione delle prescrizioni di cui al comma 2, lettere b) e c), o ai commi 3 e 4, se reiterata per più di una volta, costituisce causa di risoluzione del contratto ai sensi dell'articolo 54, comma 2, lettera b), del presente Capitolato speciale.
6. I soggetti di cui al comma 1 che hanno notizia dell'inadempimento della propria controparte agli obblighi di tracciabilità finanziaria di cui ai commi da 1 a 3, procedono all'immediata risoluzione del rapporto contrattuale, informandone contestualmente la stazione appaltante e la prefettura-ufficio territoriale del Governo territorialmente competente.
7. Le clausole di cui al presente articolo devono essere obbligatoriamente riportate nei contratti sottoscritti con i subappaltatori e i subcontraenti della filiera delle imprese a qualsiasi titolo interessate all'intervento ai sensi del comma 2, lettera a); in assenza di tali clausole i predetti contratti sono nulli senza necessità di declaratoria.

Art. 67. Spese contrattuali, imposte, tasse

1. Ai sensi dell'articolo 139 del Regolamento generale sono a carico dell'appaltatore senza diritto di rivalsa:
   a) le spese contrattuali;
   b) 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;
   c) le tasse e gli altri oneri dovuti ad enti territoriali (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;
   d) le spese, le imposte, i diritti di segreteria e le tasse relativi al perfezionamento e alla registrazione del contratto;

   (per interventi da appaltare con bando di gara, aggiungere la seguente lettera e)

   e) ai sensi dell'articolo 34, comma 35, della legge n. 221 del 2012, l'aggiudicatario, entro il termine di 60 (sessanta) giorni dall'aggiudicazione, deve rimborsare alla Stazione appaltante le spese per le pubblicazioni. ***(opzione 2: appalti di importo inferiore alla soglia di rilievo comunitario)*** di cui all'articolo 122, comma 5, secondo periodo, del Codice dei contratti, su un quotidiano a diffusione nazionale e un quotidiano a diffusione locale.
2. Sono altresì a carico dell'appaltatore tutte le spese di bollo per gli atti occorrenti per la gestione del lavoro, dalla consegna alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio.
3. Se, per atti aggiuntivi o risultanze contabili finali sono necessari aggiornamenti o conguagli delle somme per spese contrattuali, imposte e tasse di cui ai commi 1 e 2, le maggiori somme sono comunque a carico dell'appaltatore e trova applicazione l'articolo 8 del capitolato generale d'appalto.
4. A carico dell'appaltatore restano inoltre le imposte e gli altri oneri, che, direttamente o indirettamente gravino sui lavori e sulle forniture oggetto dell'appalto.
5. Il presente contratto 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 si intendono I.V.A. esclusa.

ALLEGATI al Titolo I della Parte prima

Allegato «A»	ELENCO DEGLI ELABORATI INTEGRANTI IL PROGETTO (articolo 7, comma 1, lettera c))

tavola	*denominazione*	*note*

Allegato «B»	CARTELLO DI CANTIERE (articolo 64)

Ente appaltante: _____

Ufficio competente:

ASSESSORATO A _____ UFFICIO TECNICO

Dipartimento/Settore/Unità operativa _____

LAVORI DI

_____

_____

Progetto approvato con _____ del__ _____ n. ____ del _____

Progetto esecutivo:

Direzione dei lavori:

Progetto esecutivo opere in c.a.	Direzione lavori opere in c.a

Progettista dell'impianto _____ _____

Progettista dell'impianto _____ _____

Progettista dell'impianto _____ _____

Responsabile dei lavori: _____

Coordinatore per la progettazione: _____

Coordinatore per l'esecuzione: _____

Durata stimata in uomini x giorni: _____ Notifica preliminare in data: _____

Responsabile unico del procedimento: _____

IMPORTO DEL PROGETTO: euro _____

IMPORTO LAVORI A BASE D'ASTA: euro _____

ONERI PER LA SICUREZZA: euro _____

IMPORTO DEL CONTRATTO: euro _____

Gara in data _____, offerta di ribasso del ___ %

Impresa esecutrice: _____

con sede _____

Qualificata per i lavori delle categorie: _____, classifica _____

_____, classifica _____

_____, classifica _____

direttore tecnico del cantiere: _____

subappaltatori:	*per i lavori di*		*Importo lavori subappaltati*
	categoria	*descrizione*	*euro*

Intervento finanziato con fondi propri *(oppure)*

Intervento finanziato con mutuo della Cassa depositi e prestiti con i fondi del risparmio postale

inizio dei lavori _____ con fine lavori prevista per il _____

prorogato il _____ con fine lavori prevista per il _____

Ulteriori informazioni sull'opera possono essere assunte presso l'ufficio _____

telefono: _____ fax: _____ http: // www . _____.it E-mail: ____ @_____

Allegato «C»	RIEPILOGO DEGLI ELEMENTI PRINCIPALI DEL CONTRATTO

				euro
1	Importo per l'esecuzione delle lavorazioni (base d'asta)			
2	Oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza			
T	Importo della procedura d'affidamento (1.a + 1.b)			
R.a	Ribasso offerto in percentuale			%
R.b	Offerta risultante in cifra assoluta			
3	**Importo del contratto (T – R.b)**			
4.a	Cauzione provvisoria (calcolata su 1)	2	%	
4.b	Cauzione provvisoria ridotta della metà (50% di 4.a)			
5.a	Garanzia fideiussoria base (3 x 10%)	10	%	
5.b	Maggiorazione cauzione (per ribassi > al 10%)		%	
5.c	Garanzia fideiussoria finale (5.a + 5.b)			
5.d	Garanzia fideiussoria finale ridotta della metà (50% di 5.c)			
6.a	Importo assicurazione C.A.R. articolo 37, comma 3, lettera a)			
6.b	di cui: per le opere (articolo 37, comma 3, lettera a), partita 1)			
6.c	per le preesistenze (articolo 37, comma 3, lettera a), partita 2)			
6.d	per demolizioni e sgomberi (art. 37, comma 3, lettera a), partita 3)			
6.e	Importo assicurazione R.C.T. articolo 37, comma 4, lettera a)			
7	Estensione assicurazione periodo di garanzia articolo 37, comma 7		mesi	
8.a	Importo limite indennizzo polizza decennale art. 37, comma 8, lett. a)			
8.b	Massimale polizza indennitaria decennale art. 37, comma 8, lett. a)			
8.c	di cui: per le opere (articolo 37, comma 8, lettera a), partita 1)			
8.d	per demolizioni e sgomberi (art. 37, comma 8, lettera a), partita 2)			
8.e	Importo polizza indennitaria decennale R.C.T. art. 37, comma 8, lett. b)			
9	Importo minimo netto stato d'avanzamento, articolo 27, comma 1			
10	Importo minimo rinviato al conto finale, articolo 27, comma 7			
11	Tempo utile per l'esecuzione dei lavori, articolo 14		giorni	
12.a	Penale giornaliera per il ritardo, articolo 18		°/oo	
12.b	Premio di accelerazione per ogni giorno di anticipo		°/oo	
……	……			

Titolo II
Definizione tecnica dei lavori non deducibile dagli altri elaborati

PARTE SECONDA
Specificazione delle prescrizioni tecniche
art. 43, comma 3, lettera b), del Regolamento generale

Art. 1 - Norme per la misurazione e valutazione dei lavori

Le norme di misurazione per la contabilizzazione saranno le seguenti.

1. SCAVI IN GENERE

Oltre che per gli obblighi particolari emergenti dal presente art., con i prezzi d'elenco per gli scavi in genere l'Appaltatore devesi ritenere compensato per tutti gli oneri che esso dovrà incontrare:

– per taglio di piante, estirpazione di ceppaie, radici, ecc.;

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

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

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

– per puntellature, sbadacchiature ed armature di qualsiasi importanza e genere secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente capitolato, compresi le composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamento, nonché sfridi, deterioramenti, perdite parziali o totali del legname o dei ferri;

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

– per ogni altra spesa necessaria per l'esecuzione completa degli scavi.

La misurazione degli scavi verrà effettuata nei seguenti modi:

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

– gli scavi di fondazione saranno computati per un valore uguale a quello risultante dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento, ovvero del terreno naturale, quando detto scavo di sbancamento non viene 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, ritenendosi già compreso e compensato col prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo.

28

Tuttavia per gli scavi di fondazione da eseguire con impiego di casseri, 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, sono 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, salvo eventuali sezioni tipo predefinite da norme di capitolato e da particolari costruttivi.

2. RILEVATI E RINTERRI

Il volume dei rilevati sarà determinato con il metodo delle sezioni ragguagliate, in base a rilevamenti eseguiti come per gli scavi di sbancamento. I rinterri di cavi a sezione ristretta saranno valutati a metro 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.

3. RIEMPIMENTO CON MISTO GRANULARE

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.

4. PARATIE DI CALCESTRUZZO ARMATO

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

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

5. MURATURE IN GENERE

Tutte le murature in genere, salvo le eccezioni di seguito specificate, saranno misurate geometricamente, a volume o a superficie, secondo la categoria, in base a misure prese sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci.

Sarà fatta deduzione di tutti i vuoti di luce superiore a 1,00 m² e dei vuoti di canne fumarie, canalizzazioni, ecc., che abbiano sezione superiore a 0,25 m², rimanendo per questi ultimi, all'Appaltatore, l'onere della loro eventuale chiusura con materiale in cotto. Così pure sarà sempre fatta deduzione del 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. Nei prezzi unitari delle murature di qualsiasi genere, qualora non debbano essere eseguite con paramento di faccia vista, si intende compreso il rinzaffo delle facce visibili dei muri. Tale rinzaffo sarà sempre eseguito, ed è compreso nel prezzo unitario, anche a tergo dei muri che debbono essere poi caricati a terrapieni. Per questi ultimi muri è pure sempre compresa la eventuale formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte per lo scolo delle acque ed in generale quella delle immorsature e la costruzione di tutti gli incastri per la posa in opera della pietra da taglio od artificiale.

Nei prezzi della muratura di qualsiasi specie si intende compreso ogni onere per formazione di spalle, sguinci, canne, spigoli, strombature, incassature per imposte di archi, volte e piattabande.

Qualunque sia la curvatura data alla pianta ed alle sezioni dei muri, anche se si debbano costruire sotto raggio, le relative murature non potranno essere comprese nella categoria delle volte e saranno valutate con i prezzi delle murature rotte senza alcun compenso in più. Le ossature di cornici, cornicioni, lesene, pilastri ecc., di aggetto superiore a 5 cm sul filo esterno del muro, saranno valutate per il loro volume effettivo in aggetto con l'applicazione dei prezzi di tariffa stabiliti per le murature. Per le ossature di aggetto inferiore 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 sarà considerata come della stessa specie del muro stesso. Le murature di mattoni ad una testa od in foglio si misureranno 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 eventua29
li intelaiature in legno che la Direzione dei Lavori ritenesse opportuno di ordinare allo scopo di fissare i serramenti al telaio, anziché alla parete.

6. MURATURE IN PIETRA DA TAGLIO

La pietra da taglio da pagarsi a volume sarà sempre valutata a 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, saranno 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.
7. CALCESTRUZZI
I calcestruzzi per fondazioni, murature, volte, ecc. e le strutture costituite da getto in opera, saranno 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'intendono compensati tutti gli oneri specificati
nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione.
8. CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO
Il conglomerato per opere in cemento armato di qualsiasi natura e spessore sarà valutato per il suo volume
effettivo, senza detrazione del volume del ferro che verrà pagato a parte.
Quando trattasi di elementi a carattere ornamentale gettati fuori opera (pietra artificiale), la misurazione
verrà effettuata in ragione del minimo parallelepipedo retto a base rettangolare circoscrivibile a ciascun
pezzo, e nel relativo prezzo si deve intendere compreso, oltre che il costo dell'armatura metallica, tutti gli
oneri specificati nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione, nonché la posa in opera, sempreché
non sia pagata a parte.
I casseri, le casseforme e le relative armature di sostegno, se non comprese nei prezzi di elenco del conglomerato
cementizio, saranno computati separatamente con i relativi prezzi di elenco. Pertanto, per il
compenso di tali opere, bisognerà attenersi a quanto previsto nell'Elenco dei Prezzi Unitari.
Nei prezzi del conglomerato sono inoltre compresi tutti gli oneri derivanti dalla formazione di palchi
provvisori di servizio, dall'innalzamento dei materiali, qualunque sia l'altezza alla quale l'opera di cemento
armato dovrà essere eseguita, nonché per il getto e la vibratura.
Il ferro tondo per armature di opere di cemento armato di qualsiasi tipo nonché la rete elettrosaldata sarà
valutato secondo il peso effettivo; nel prezzo oltre alla lavorazione e lo sfrido è compreso l'onere della
legatura dei singoli elementi e la posa in opera dell'armatura stessa.
9. SOLAI
I solai interamente di cemento armato (senza laterizi) saranno valutati al metro cubo come ogni altra opera
di cemento armato.
Ogni altro tipo di solaio, qualunque sia la forma, sarà invece pagato al metro quadrato di superficie netta
misurato all'interno dei cordoli e delle travi di calcestruzzo, esclusi, quindi, la presa e l'appoggio su cordoli
perimetrali o travi di calcestruzzo o su eventuali murature portanti.
Nei prezzi dei solai in genere è 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, di tipo prefabbricato, misti di cemento armato, anche
predalles o di cemento armato precompresso e laterizi sono escluse la fornitura, lavorazione e posa in
opera del ferro occorrente, è invece compreso il noleggio delle casseforme e delle impalcature di sostegno
di qualsiasi entità, con tutti gli oneri specificati per le casseforme dei cementi armati.
Il prezzo a metro quadrato dei solai suddetti si applicherà senza alcuna maggiorazione anche a quelle porzioni
in cui, per resistere a momenti negativi, il laterizio sia sostituito da calcestruzzo; saranno però pagati
a parte tutti i cordoli perimetrali relativi ai solai stessi.
10. CONTROSOFFITTI
30
I controsoffitti piani saranno pagati in base alla superficie della loro proiezione orizzontale. È compreso e
compensato nel prezzo anche il raccordo con eventuali muri perimetrali curvi, tutte le forniture, magisteri
e mezzi d'opera per dare controsoffitti finiti in opera come prescritto nelle norme sui materiali e sui modi
di esecuzione, è esclusa e compensata a parte l'orditura portante principale.
11. VESPAI
Nei prezzi dei vespai è compreso ogni onere per la fornitura di materiali e posa in opera come prescritto
nelle norme sui modi di esecuzione. La valutazione sarà effettuata al metro cubo di materiali in opera.
12. PAVIMENTI
I pavimenti, di qualunque genere, saranno valutati per la superficie vista tra le pareti intonacate
dell'ambiente. Nella misura non sarà perciò compresa l'incassatura dei pavimenti nell'intonaco.
I prezzi di elenco per ciascun genere di pavimento comprendono l'onere per la fornitura dei materiali e
per ogni lavorazione intesa a dare i pavimenti stessi completi e rifiniti come prescritto nelle norme sui
materiali e sui modi di esecuzione, compreso il sottofondo.
In ciascuno dei prezzi concernenti i pavimenti, anche nel caso di sola posa in opera, si intendono compresi
gli oneri, le opere di ripristino e di raccordo con gli intonaci, qualunque possa essere l'entità delle opere
stesse.
13. RIVESTIMENTI DI PARETI
I rivestimenti di piastrelle o di mosaico verranno misurati per la superficie effettiva qualunque sia la sagoma
e la posizione delle pareti da rivestire. Nel prezzo al metro quadrato sono comprese la fornitura e la
posa in opera di tutti i pezzi speciali di raccordo, angoli, ecc., che saranno computati nella misurazione,
nonché l'onere per la preventiva preparazione con malta delle pareti da rivestire, la stuccatura finale dei
giunti e la fornitura di collante per rivestimenti.
14. FORNITURA IN OPERA DEI MARMI, PIETRE NATURALI ED ARTIFICIALI
I prezzi della fornitura in opera dei marmi e delle pietre naturali od artificiali, previsti in elenco, saranno
applicati alle superfici effettive dei materiali in opera.
Ogni onere derivante dall'osservanza delle norme, prescritte nel presente capitolato, si intende compreso
nei prezzi.
Specificatamente detti prezzi comprendono gli oneri per la fornitura, lo scarico in cantiere, il deposito e la
provvisoria protezione in deposito, la ripresa, il successivo trasporto ed il sollevamento dei materiali a
qualunque altezza, con eventuale protezione, copertura o fasciatura; per ogni successivo sollevamento e
per ogni ripresa con boiacca di cemento od altro materiale, per la fornitura di lastre di piombo, di grappe,
staffe, regolini, 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 il perfetto rifinimento dopo la posa in opera.
I prezzi di elenco sono pure 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.
15. INTONACI
I prezzi degli intonaci saranno applicati alla superficie intonacata senza tener conto delle superfici laterali
di risalti, lesene e simili. Tuttavia saranno valutate anche tali superfici laterali quando la loro larghezza
superi 5 cm. Varranno sia per superfici piane, che curve. L'esecuzione di gusci di raccordo, se richiesti
negli angoli fra pareti e soffitto e fra pareti e pareti, con raggio non superiore a 15 cm, è pure compresa
nel prezzo, avuto riguardo che gli intonaci verranno misurati anche in questo caso come se esistessero gli
spigoli vivi.
Nel prezzo degli intonaci è compreso l'onere della ripresa, dopo la chiusura, di tracce di qualunque genere,
della muratura di eventuali ganci al soffitto e delle riprese contropavimenti, zoccolature e serramenti.
I prezzi dell'elenco valgono anche per intonaci su murature di mattoni forati dello spessore di una testa,
essendo essi comprensivi dell'onere dell'intasamento dei fori dei laterizi.

31
Gli intonaci interni sui muri di spessore maggiore di 15 cm saranno computati a vuoto per pieno, a compenso
dell'intonaco nelle riquadrature dei vani, che non saranno perciò sviluppate.
Tuttavia saranno detratti i vani di superficie maggiore di 4 m², valutando a parte la riquadratura di detti
vani.
Gli intonaci interni su tramezzi in foglio o ad una testa saranno computati per la loro superficie effettiva;
dovranno essere pertanto detratti tutti i vuoti di qualunque dimensione essi siano, ed aggiunte le loro riquadrature.
Nessuno speciale compenso sarà dovuto per gli intonaci eseguiti a piccoli tratti anche in corrispondenza
di spalle e mazzette di vani di porte e finestre.

16. TINTEGGIATURE, COLORITURE E VERNICIATURE

Nei prezzi delle tinteggiature, coloriture e verniciature in genere sono 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 in generale misurate con le stesse norme
sancite per gli intonaci.
Per la coloritura o verniciatura degli infissi e simili si osserveranno le norme seguenti:
– per le porte, bussole e simili, si computerà due volte la luce netta dell'infisso, oltre alla mostra o allo
sguincio, se ci sono, non detraendo la eventuale superficie del vetro.
È compresa con ciò anche la verniciatura del telaio per muri grossi o del cassettoncino tipo romano per
tramezzi e dell'imbotto tipo lombardo, pure 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;
– per le opere in ferro semplici e senza ornati, quali finestre grandi a vetrate e lucernari, serrande avvolgibili
a maglia, saranno computati i tre quarti della loro superficie complessiva, misurata sempre in
proiezione, ritenendo così compensata la coloritura dei sostegni, grappe e simili accessori, dei quali
non si terrà conto alcuno nella misurazione;
– per le opere in ferro di tipo normale a disegno, quali ringhiere, cancelli anche riducibili, inferriate e
simili, sarà computata due volte l'intera loro superficie, misurata con le norme e con le conclusioni di
cui al punto precedente;
– per le serrande in lamiera ondulata o ad elementi di lamiera, sarà computata due volte e mezza la luce
netta del vano, in altezza, tra la soglia e la battitura della serranda, intendendo con ciò compensato anche
la coloritura della superficie non in vista.
Tutte le coloriture o verniciature s'intendono eseguite su ambo le facce e con i rispettivi prezzi di elenco
si intende altresì compensata la coloritura, o verniciatura di nottole, braccioletti e simili accessori.

17. INFISSI DI LEGNO

Gli infissi, come porte, finestre, vetrate, coprirulli e simili, si misureranno da una sola faccia sul perimetro
esterno dei telai, siano essi semplici o a cassettoni, senza tener conto degli zampini da incassare nei pavimenti
o soglie. Le parti centinate saranno valutate secondo la superficie del minimo rettangolo circoscritto,
ad infisso chiuso, compreso come sopra il telaio maestro, se esistente. Nel prezzo degli infissi sono
comprese mostre e contromostre.
Gli spessori indicati nelle varie voci della tariffa sono quelli che debbono risultare a lavoro compiuto.
Tutti gli infissi dovranno essere sempre provvisti delle ferramenta di sostegno e di chiusura, delle codette
a muro, maniglie e di ogni altro accessorio occorrente per il loro buon funzionamento. Essi dovranno
inoltre corrispondere in ogni particolare ai campioni approvati dalla Direzione dei Lavori.
I prezzi elencati comprendono la fornitura a piè d'opera dell'infisso e dei relativi accessori di cui sopra,
l'onere dello scarico e del trasporto sino ai singoli vani di destinazione e la posa in opera.

18. INFISSI DI ALLUMINIO

Gli infissi di alluminio, come finestre, vetrate di ingresso, porte, pareti a facciate continue, saranno valutati
od a cadauno elemento od al metro quadrato di superficie misurata all'esterno delle mostre e coprifili
e compensati con le rispettive voci d'elenco. Nei prezzi sono compresi i controtelai da murare tutte le ferramenta
e le eventuali pompe a pavimento per la chiusura automatica delle vetrate, nonché tutti gli oneri
32
derivanti dall'osservanza delle norme e prescrizioni contenute nelle norme sui materiali e sui modi di esecuzione.

19. LAVORI IN METALLO

Tutti i lavori in metallo saranno in generale valutati a peso e i relativi prezzi verranno applicati al peso
effettivo dei metalli stessi a lavorazione completamente ultimata e determinato prima della loro posa in
opera, con pesatura diretta fatta in contraddittorio ed a spese dell'Appaltatore, escluse bene inteso dal peso
le verniciature e coloriture.
Nei prezzi dei lavori in metallo è compreso ogni e qualunque compenso per forniture accessorie, per lavorazioni,
montatura e posizione in opera.

20. TUBI PLUVIALI

I tubi pluviali potranno essere di plastica, metallo, ecc. I tubi pluviali di plastica saranno misurati al metro
lineare in opera, senza cioè tener conto delle parti sovrapposte, intendendosi compresa nei rispettivi prezzi
di elenco la fornitura a posa in opera di staffe e cravatte di ferro.
I tubi pluviali di rame o lamiera zincata, ecc. saranno valutati a peso, determinato con le stesse modalità
di cui al comma 19 e con tutti gli oneri di cui sopra.

21. IMPIANTI TERMICO, IDRICO - SANITARIO, ANTINCENDIO, GAS, INNAFFIAMENTO

a) Tubazioni e canalizzazioni

Le tubazioni di ferro e di acciaio saranno valutate a peso, la quantificazione verrà effettuata misurando
l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, al quale verrà applicato
il peso unitario del tubo accertato attraverso la pesatura di campioni effettuata in cantiere in contraddittorio.
Nella misurazione a chilogrammi di tubo sono compresi: i materiali di consumo e tenuta, la verniciatura
con una mano di antiruggine per le tubazioni di ferro nero, la fornitura delle staffe di sostegno ed il relativo
fissaggio con tasselli di espansione.
– Le tubazioni di ferro nero o zincato con rivestimento esterno bituminoso saranno valutate al metro lineare;
la quantificazione verrà valutata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendente
linearmente anche i pezzi speciali.
Nelle misurazioni sono comprese le incidenze dei pezzi speciali, gli sfridi, i materiali di consumo e di tenuta
e l'esecuzione del rivestimento in corrispondenza delle giunzioni e dei pezzi speciali.
– Le tubazioni di rame nude o rivestite di pvc saranno valutate al metro lineare; la quantificazione verrà
effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendendo linearmente anche i pezzi
speciali, i materiali di consumo e di tenuta, l'esecuzione del rivestimento in corrispondenza delle
giunzioni e dei pezzi speciali, la fornitura delle staffe di sostegno ed il relativo fissaggio con tasselli ad
espansione.
– Le tubazioni in pressione di polietilene poste in vista o interrate saranno valutate al metro lineare; la
quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, comprendendo linearmente
anche i vari pezzi speciali, la fornitura delle staffe di sostegno e il relativo fissaggio con
tasselli ad espansione.
– Le tubazioni di plastica, le condutture di esalazione, ventilazione e scarico saranno valutate al metro
lineare; la quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera (senza tener

conto delle parti sovrapposte) comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, gli sfridi, i materiali
di tenuta, la fornitura delle staffe di sostegno e il relativo fissaggio con tasselli ad espansione.
– I canali, i pezzi speciali e gli elementi di giunzione, eseguiti in lamiera zincata (mandata e ripresa
dell'aria) o in lamiera di ferro nera (condotto dei fumi) saranno valutati a peso sulla base di pesature
convenzionali. La quantificazione verrà effettuata misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera, misurato
in mezzeria del canale, comprendendo linearmente anche i pezzi speciali, giunzioni, flange, risvolti
della lamiera, staffe di sostegno e fissaggi, al quale verrà applicato il peso unitario della lamiera
secondo lo spessore e moltiplicando per i metri quadrati della lamiera, ricavati questi dallo sviluppo
perimetrale delle sezioni di progetto moltiplicate per le varie lunghezze parziali.
Il peso della lamiera verrà stabilito sulla base di listini ufficiali senza tener conto delle variazioni percentuali
del peso.
33
È compresa la verniciatura con una mano di antiruggine per gli elementi in lamiera nera.
b) Apparecchiature
– Gli organi di intercettazione, misura e sicurezza, saranno valutati a numero nei rispettivi diametri e
dimensioni. Sono comprese le incidenze per i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.
– I radiatori saranno valutati, nelle rispettive tipologie, sulla base dell'emissione termica ricavata dalle
rispettive tabelle della ditta costruttrice (*watt*).
Sono comprese la protezione antiruggine, i tappi e le riduzioni agli estremi, i materiali di tenuta e le mensole
di sostegno.
– I ventilconvettori saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive ed in relazione
alla portata d'aria e alla emissione termica, ricavata dalle tabelle della ditta costruttrice.
Nei prezzi sono compresi i materiali di tenuta.
– Le caldaie saranno valutate a numero secondo le caratteristiche costruttive ed in relazione alla potenzialità
resa.
Sono compresi i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.
– I bruciatori saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche di funzionamento ed in relazione
alla portata del combustibile.
Sono compresi l'apparecchiatura elettrica ed i tubi flessibili di collegamento.
– Gli scambiatori di calore saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive e di
funzionamento ed in relazione alla potenzialità resa.
Sono compresi i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.
– Le elettropompe saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive e di funzionamento
ed in relazione alla portata e prevalenza.
Sono compresi i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.
– I serbatoi di accumulo saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive ed in
relazione alla capacità.
Sono compresi gli accessori d'uso, i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.
– I serbatoi autoclave saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche costruttive ed in
relazione alla capacità.
Sono compresi gli accessori d'uso, i pezzi speciali di collegamento ed i materiali di tenuta.
– I gruppi completi autoclave monoblocco saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche
costruttive, in relazione alla portata e prevalenza delle elettropompe ed alla capacità del serbatoio.
Sono compresi gli accessori d'uso, tutte le apparecchiature di funzionamento, i pezzi speciali di collegamento
ed i materiali di tenuta.
– Le bocchette, gli anemostati, le griglie, le serrande di regolazione, sovrappressione e tagliafuoco ed i
silenziatori saranno valutati a decimetro quadrato ricavando le dimensioni dai rispettivi cataloghi delle
ditte costruttrici.
Sono compresi i controtelai ed i materiali di collegamento.
– Le cassette terminali riduttrici della pressione dell'aria saranno valutate a numero in relazione della
portata dell'aria.
È compresa la fornitura e posa in opera di tubi flessibili di raccordo, i supporti elastici e le staffe di sostegno.
– Gli elettroventilatori saranno valutati a numero secondo le loro caratteristiche costruttive e di funzionamento
ed in relazione alla portata e prevalenza.
Sono compresi i materiali di collegamento.
– Le batterie di scambio termico saranno valutate a superficie frontale per il numero di ranghi.
Sono compresi i materiali di fissaggio e collegamento.
– I condizionatori monoblocco, le unità di trattamento dell'aria, i generatori di aria calda ed i recuperatori
di calore, saranno valutati a numero secondo le loro caratteristiche costruttive e di funzionamento
ed in relazione alla portata d'aria e alla emissione termica.
Sono compresi i materiali di collegamento.
34
– I gruppi refrigeratori d'acqua e le torri di raffreddamento saranno valutati a numero secondo le loro
caratteristiche costruttive e di funzionamento ed in relazione alla potenzialità resa.
Sono comprese le apparecchiature elettriche relative ed i pezzi speciali di collegamento.
– Gli apparecchi per il trattamento dell'acqua saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche
costruttive e di funzionamento ed in relazione alla portata.
Sono comprese le apparecchiature elettriche relative ed i pezzi speciali di collegamento.
– I gruppi completi antincendio UNI 9487 DN 45 e 70, per attacco motopompa e gli estintori portatili,
saranno valutati a numero secondo i rispettivi componenti ed in relazione alla capacità.
– I rivestimenti termoisolanti saranno valutati al metro quadrato di sviluppo effettivo misurando la superficie
esterna dello strato coibente.
Le valvole, le saracinesche saranno valutate con uno sviluppo convenzionale di 2 m² cadauna.
– Le rubinetterie per gli apparecchi sanitari saranno valutate a numero per gruppi completi secondo le
rispettive caratteristiche, tipologie e dimensioni.
Sono compresi i materiali di tenuta.
– Le valvole, le saracinesche e le rubinetterie varie saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche
e dimensioni.
Sono compresi i materiali di tenuta.
– I quadri elettrici relativi alle centrali, i tubi protettivi, le linee elettriche di alimentazione e di comando
delle apparecchiature, le linee di terra ed i collegamenti equipotenziali sono valutati nel prezzo di ogni
apparecchiatura a piè d'opera alimentata elettricamente.
22. IMPIANTI ELETTRICO E TELEFONICO
a) Canalizzazioni e cavi
– I tubi di protezione, le canalette portacavi, i condotti sbarre, il piatto di ferro zincato per le reti di terra,
saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo lineare in opera.
Sono comprese le incidenze per gli sfridi e per i mezzi speciali per gli spostamenti, raccordi, supporti,
staffe, mensole e morsetti di sostegno ed il relativo fissaggio a parete con tasselli ad espansione.
– I cavi multipolari o unipolari di MT e di BT saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo
sviluppo lineare in opera, aggiungendo 1 m per ogni quadro al quale essi sono attestati.
Nei cavi unipolari o multipolari di MT e di BT sono comprese le incidenze per gli sfridi, i capi corda ed i
marca cavi, esclusi i terminali dei cavi di MT.
– I terminali dei cavi a MT saranno valutati a numero. Nel prezzo dei cavi di MT sono compresi tutti i
materiali occorrenti per l'esecuzione dei terminali stessi.

– I cavi unipolari isolati saranno valutati al metro lineare misurando l'effettivo sviluppo in opera, aggiungendo
30 cm per ogni scatola o cassetta di derivazione e 20 cm per ogni scatola da frutto.
Sono comprese le incidenze per gli sfridi, morsetti volanti fino alla sezione di 6 mm², morsetti fissi oltre
tale sezione.
– Le scatole, le cassette di derivazione ed i box telefonici, saranno valutati a numero secondo le rispettive
caratteristiche, tipologia e dimensione.
Nelle scatole di derivazione stagne sono compresi tutti gli accessori quali passacavi, pareti chiuse, pareti a
cono, guarnizioni di tenuta, in quelle dei box telefonici sono comprese le morsettiere.

b) Apparecchiature in generale e quadri elettrici

– Le apparecchiature in generale saranno valutate a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie
e portata entro i campi prestabiliti.
Sono compresi tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.
– I quadri elettrici saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche e tipologie in funzione
di:
• superficie frontale della carpenteria e relativo grado di protezione (IP);
• numero e caratteristiche degli interruttori, contattori, fusibili, ecc.

Nei quadri la carpenteria comprenderà le cerniere, le maniglie, le serrature, i pannelli traforati per contenere
le apparecchiature, le etichette, ecc.
Gli interruttori automatici magnetotermici o differenziali, i sezionatori ed i contattori da quadro, saranno
distinti secondo le rispettive caratteristiche e tipologie quali:
a) il numero dei poli;
b) la tensione nominale;
c) la corrente nominale;
d) il potere di interruzione simmetrico;
e) il tipo di montaggio (contatti anteriori, contatti posteriori, asportabili o sezionabili su carrello); comprenderanno
l'incidenza dei materiali occorrenti per il cablaggio e la connessione alle sbarre del quadro
e quanto occorre per dare l'interruttore funzionante.
– I corpi illuminanti saranno valutati a numero secondo le rispettive caratteristiche, tipologie e potenzialità.
Sono comprese le lampade, i portalampade e tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa
e funzionante.
– I frutti elettrici di qualsiasi tipo saranno valutati a numero di frutto montato.
Sono escluse le scatole, le placche e gli accessori di fissaggio che saranno valutati a numero.

23. IMPIANTI ASCENSORI E MONTACARICHI

Gli impianti saranno valutati a corpo per ciascun impianto.
Nel prezzo a corpo sono compresi tutti i materiali e prestazioni di manodopera specializzata necessari per
dare l'impianto completo e funzionante.

24. OPERE DI ASSISTENZA AGLI IMPIANTI

Le opere e gli oneri di assistenza di tutti gli impianti compensano e comprendono le seguenti prestazioni:
– scarico dagli automezzi, collocazione in loco compreso il tiro in alto ai vari piani e sistemazione in
magazzino di tutti i materiali pertinenti agli impianti;
– apertura e chiusura di tracce, predisposizione e formazione di fori ed asole su murature e strutture di
calcestruzzo armato;
– muratura di scatole, cassette, sportelli, controtelai di bocchette, serrande e griglie, guide e porte ascensori;
– fissaggio di apparecchiature in genere ai relativi basamenti e supporti;
– formazione di basamenti di calcestruzzo o muratura e, ove richiesto, la interposizione di strato isolante,
baggioli, ancoraggi di fondazione e nicchie;
– manovalanza e mezzi d'opera in aiuto ai montatori per la movimentazione inerente alla posa in opera
di quei materiali che per il loro peso e/o volume esigono tali prestazioni;
– i materiali di consumo ed i mezzi d'opera occorrenti per le prestazioni di cui sopra;
– il trasporto alla discarica dei materiali di risulta delle lavorazioni;
– scavi e rinterri relativi a tubazioni od apparecchiature poste interrate;
– ponteggi di servizio interni ed esterni;
– le opere e gli oneri di assistenza agli impianti dovranno essere calcolati in ore lavoro sulla base della
categoria della manodopera impiegata e della quantità di materiali necessari e riferiti a ciascun gruppo
di lavoro.

25. MANODOPERA

Gli operai per i lavori in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno
essere provvisti dei necessari attrezzi.
L'Appaltatore è obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire tutti quegli operai che non riescano di
gradimento alla Direzione dei Lavori.
Circa le prestazioni di manodopera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle leggi e
dai contratti collettivi di lavoro, stipulati e convalidati a norma delle leggi sulla disciplina giuridica dei
rapporti collettivi.
Nell'esecuzione dei lavori che formano oggetto del presente appalto, l'impresa si obbliga ad applicare integralmente
tutte le norme contenute nel contratto collettivo nazionale di lavoro per gli operai dipendenti
dalle aziende industriali edili ed affini e negli accordi locali integrativi dello stesso, in vigore per il tempo
e nella località in cui si svolgono i lavori anzidetti.
L'impresa si obbliga altresì ad applicare il contratto e gli accordi medesimi anche dopo la scadenza e fino
alla sostituzione e, se cooperative, anche nei rapporti con i soci.
I suddetti obblighi vincolano l'impresa anche se non sia aderente alle associazioni stipulanti o receda da
esse e indipendentemente dalla natura industriale della stessa e da ogni altra sua qualificazione giuridica,
economica o sindacale.
L'impresa è responsabile in rapporto alla stazione appaltante dell'osservanza delle norme anzidette da
parte degli eventuali subappaltatori nei confronti dei rispettivi loro dipendenti, anche nei casi in cui il contratto
collettivo non disciplini l'ipotesi del subappalto.
Il fatto che il subappalto sia o non sia stato autorizzato, non esime l'impresa dalla responsabilità di cui al
comma precedente e ciò senza pregiudizio degli altri diritti della stazione appaltante.
Non sono, in ogni caso, considerati subappalti le commesse date dall'impresa ad altre imprese:
a) per la fornitura di materiali;
b) per la fornitura anche in opera di manufatti ed impianti speciali che si eseguono a mezzo di ditte specializzate.
In caso di inottemperanza agli obblighi precisati nel presente articolo, accertata dalla stazione appaltante o
ad essa segnalata dall'Ispettorato del Lavoro, la stazione appaltante medesima comunicherà all'Impresa e,
se del caso, anche all'Ispettorato suddetto, l'inadempienza accertata e procederà ad una detrazione del
20% sui pagamenti in acconto, se i lavori sono in corso di esecuzione, ovvero alla sospensione del pagamento
del saldo, se i lavori sono stati ultimati, destinando le somme così accantonate a garanzia
dell'adempimento degli obblighi di cui sopra.
Il pagamento all'impresa delle somme accantonate non sarà effettuato sino a quando dall'Ispettorato del
Lavoro non sia stato accertato che gli obblighi predetti sono stati integralmente adempiuti.
Per le detrazioni e sospensione dei pagamenti di cui sopra, l'impresa non può opporre eccezioni alla stazione
appaltante, né ha titolo al risarcimento di danni.

26. NOLEGGI

Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio debbono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti
gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.
Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine.
Il prezzo comprende gli oneri relativi alla mano d'opera, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di
consumo, all'energia elettrica e a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine.
Con i prezzi di noleggio delle motopompe, oltre la pompa sono compensati il motore, o la motrice, il gassogeno

e la caldaia, la linea per il trasporto dell'energia elettrica ed, ove occorra, anche il trasformatore.
I prezzi di noleggio di meccanismi in genere, si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i
meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione dell'Amministrazione, e cioè anche per le ore in cui i
meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo stabilito per meccanismi in funzione soltanto
alle ore in cui essi sono in attività di lavoro; quello relativo a meccanismi in riposo in ogni altra condizione
di cose, anche per tutto il tempo impiegato per riscaldare la caldaia e per portare a regime i meccanismi.
Nel prezzo del noleggio sono compresi e compensati gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè
d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento dei detti meccanismi.
Per il noleggio dei carri e degli autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro,
rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

27. TRASPORTI

37

Con i prezzi dei trasporti s'intende compensata anche la spesa per i materiali di consumo, la mano
d'opera del conducente, e ogni altra spesa occorrente.
I mezzi di trasporto per i lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondere
alle prescritte caratteristiche.
La valutazione delle materie da trasportare è fatta, a seconda dei casi, a volume o a peso, con riferimento
alla distanza.

CAPO VII - DISPOSIZIONI PER L'ESECUZIONE

Art. 2- Direzione dei lavori

1. Per il coordinamento, la direzione ed il controllo tecnico-contabile dell'esecuzione, l'Amministrazione
aggiudicatrice, ai sensi dell'art. 147 del Nuovo Regolamento, istituisce un ufficio di Direzione dei Lavori
costituito da un Direttore dei Lavori ed eventualmente (*in relazione alla dimensione e alla tipologia e categoria
dell'intervento*) da uno o più assistenti con funzioni di direttore operativo o di ispettore di cantiere.
2. Il Direttore dei lavori ha la responsabilità del coordinamento e della supervisione dell'attività di tutto
l'ufficio di Direzione dei Lavori ed interloquisce, in via esclusiva, con l'appaltatore in merito agli aspetti
tecnici ed economici del contratto
3. Ai sensi dell'art. 152 del Nuovo Regolamento il Direttore dei Lavori impartisce tutte le disposizioni ed
istruzioni all'appaltatore mediante un ordine di servizio redatto in due copie sottoscritte dal Direttore dei
lavori emanante e comunicate all'appaltatore che le restituisce firmate per avvenuta conoscenza.
4. L'ordine di servizio deve necessariamente essere per iscritto in modo tale da poter essere poi disponibile,
in caso di necessità, come prova delle disposizioni emanate.

CAPO VIII - DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA

Art. 3- 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 condizione di permanente sicurezza e igiene.
L'appaltatore è, altresì, obbligato ad osservare scrupolosamente le disposizioni del vigente Regolamento
Locale di Igiene, per quanto attiene la gestione del cantiere.
2. 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.
3. L'appaltatore non può iniziare o continuare i lavori qualora sia in difetto nell'applicazione di quanto
stabilito nel presente articolo.

Art. 4 - Sicurezza sul luogo di lavoro

L'appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela di cui all'art. 15 del DLgs del 9 aprile
2008 n. 81 così come modificato dal DLgs 3 agosto 2009, nonché le disposizioni dello stesso decreto e
s.m. ed i. applicabili alle lavorazioni previste nel cantiere.

Art. 5 - Piani di sicurezza

(per cantieri non rientranti tra le fattispecie di cui all'art. 90, comma 3, DLgs 81/2008 e s.m. e i.)
1. Ai sensi dell'art. 131, comma 2, lett. b), del DLgs 163/2006, entro trenta giorni dall'aggiudicazione, e
comunque prima della consegna dei lavori, l'appaltatore ha l'obbligo di redigere e consegnare un piano di
sicurezza sostitutivo del piano di sicurezza e coordinamento dei lavori. Tale piano deve rispondere ai requisiti
di cui al punto 3.1.1 dell'Allegato XV del DLgs 81/2008 e s.m. e i.
(in alternativa, per cantieri di cui all'art. 90, comma 3, DLgs 81/2008 e s.m. e i.)
1. L'appaltatore è obbligato ad osservare scrupolosamente e senza riserve o eccezioni il piano di sicurezza
e di coordinamento predisposto dal coordinatore per la sicurezza e messo a disposizione da parte della
Stazione appaltante, ai sensi del DLgs 81/2008. Il piano di sicurezza e coordinamento risponderà alle prescrizioni
di cui all'art. 100 del DLgs 81/2008 e s.m. e i.
2. Ai sensi dell'art. 100, comma 5, del DLgs 81/2008 e dell'art. 131, comma 4, del DLgs 163/2006,
l'appaltatore può presentare al coordinatore per l'esecuzione, prima dell'inizio dei lavori ovvero in corso
d'opera, una o più proposte motivate di modificazione o di integrazione al piano di sicurezza di coordinamento,
nei seguenti casi:
a. per adeguarne i contenuti alle tecnologie proprie dell'impresa ovvero per poter meglio garantire la sicurezza
nel cantiere sulla base della propria esperienza, anche in seguito alla consultazione obbligatoria
e preventiva dei rappresentanti per la sicurezza dei propri lavoratori o a rilievi da parte degli organi
di vigilanza;
b. per garantire il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori
eventualmente disattese (in quanto non previste e/o prevedibili) nel piano di sicurezza, anche in
seguito a rilievi o prescrizioni degli organi di vigilanza.
3. Il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione deve pronunciarsi tempestivamente, con atto motivato
da annotare sulla documentazione di cantiere, sull'accoglimento o il rigetto delle proposte presentate;
le decisioni del coordinatore sono vincolanti per l'appaltatore.
4. Qualora il coordinatore non si pronunci entro il termine di ……. giorni lavorativi dalla presentazione
delle proposte dell'appaltatore, nei casi di cui al comma 2, lettera a), le proposte si intendono accolte.
5. Qualora il coordinatore non si sia pronunciato entro il termine di ……. giorni lavorativi dalla presentazione
delle proposte dell'appaltatore, prorogabile una sola volta di …… giorni lavorativi, nei casi di
cui al comma 2, lettera b), le proposte si intendono rigettate.
6. Nei casi di cui al comma 2, lettera a), l'eventuale accoglimento delle modificazioni e integrazioni non
può in alcun modo giustificare, ai sensi dell'art. 100, comma 5, del DLgs 81/2008 e s.m. e i., variazioni o
adeguamenti dei prezzi pattuiti, né maggiorazioni di alcun genere del corrispettivo.
7. Nei casi di cui al comma 2, 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.

Art. 6 - Piano operativo di sicurezza

1. Ai sensi dell'art. 131, comma 2, lett. c), del DLgs 163/2006, l'appaltatore, entro 30 giorni
dall'aggiudicazione e comunque prima della consegna dei lavori, redige e consegna al Direttore dei Lavori
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 dovrà rispondere ai requisiti di cui all'Allegato
XV del DLgs 81/2008 e s.m. e i.
(per cantieri non rientranti tra le fattispecie di cui all'art. 90, comma 3, DLgs 81/2008 e s.m. e i.)

2. Il piano operativo di sicurezza costituisce piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza sostitutivo
di cui all'art. 49, previsto dall'art. 131, comma 2, lettera b), del DLgs 163/2006.
(in alternativa, per cantieri di cui all'art. 90, comma 3, DLgs 81/2008 e s.m. e i.)
2. Il piano operativo di sicurezza costituisce piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza e di
coordinamento di cui all'art. 49 del presente Capitolato.
3. Prima dell'inizio dei lavori l'impresa affidataria trasmette il piano di sicurezza e coordinamento alle
imprese esecutrici ed ai lavoratori autonomi.
4. Prima dell'inizio dei rispettivi lavori ciascuna impresa esecutrice trasmette il proprio piano operativo di
sicurezza all'impresa affidataria, la quale, previa verifica della congruenza rispetto al proprio, lo trasmette
41
al coordinatore per l'esecuzione. I lavori hanno inizio dopo l'esito positivo delle suddette verifiche che
sono effettuate tempestivamente e comunque non oltre 15 giorni dall'avvenuta ricezione.

Art. 7 - Osservanza e attuazione dei piani di sicurezza

1. L'appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela di cui all'art. 15 del DLgs 81/2008 e
s.m. e i.
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,
ai regolamenti di attuazione e alla migliore letteratura tecnica in materia.
3. Ai sensi dell'art. 90, comma 9, del DLgs 81/2008 e s.m. e i., l'impresa esecutrice o le imprese esecutrici
è/sono obbligata/e a comunicare tempestivamente prima dell'inizio dei lavori e quindi periodicamente,
a richiesta del committente o del coordinatore:
• la propria idoneità tecnico – professionale (cioè il possesso di capacità organizzative, nonché disponibilità
di forza lavoro, di macchine e attrezzature in relazione ai lavori da realizzare), secondo le modalità
dell'Allegato XVII del DLgs 81/2008 e s.m. e i.;
• l'indicazione dell'organico medio annuo, distinto per qualifica, corredata dagli estremi delle denunce
dei lavoratori effettuate dall'Istituto nazionale della previdenza sociale (INPS), all'Istituto nazionale
assicurazione infortuni sul lavoro (INAIL) e alle casse edili, nonché una dichiarazione relativa al contratto
collettivo stipulato dalle organizzazioni sindacali comparativamente più rappresentative, applicato
ai lavoratori dipendenti.
3. L'affidatario è tenuto, altresì, a curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere, secondo
quanto previsto dall'art. 97 del DLgs 81/2008 e s.m. e i., al fine di rendere gli specifici piani operativi
di sicurezza redatti dalle imprese subappaltatrici compatibili tra loro e congrui con il proprio. In caso di
associazione temporanea o di consorzio di imprese detto obbligo incombe all'impresa mandataria capogruppo.
4. Il piano di sicurezza e coordinamento ed 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.
legale.

Art. 8 - Contratti collettivi e disposizioni sulla manodopera

1. Ai sensi dell'art. 4 del Nuovo Regolamento, 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;
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 ad essa segnalata da un ente preposto,
la Stazione appaltante medesima comunica all'appaltatore l'inadempienza accertata e può procedere a una
detrazione del … % (*indicare una percentuale, tenendo conto che detta penale sommata alle altre - eventuali*
- penali deve soddisfare i limiti previsti all'art. 23 del presente capitolato) sui pagamenti in acconto,
se i lavori sono in corso di esecuzione, ovvero 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, comma 1 del Nuovo Regolamento, in caso di ritardo nel pagamento delle retribuzioni
dovute al personale dipendente, qualora l'appaltatore invitato a provvedervi, entro 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. Ai sensi dell'art. 36 *bis*, comma 1, della legge n. 248/2006, qualora il personale ispettivo del Ministero
del Lavoro e della Previdenza Sociale (anche su segnalazione dell'Istituto nazionale della previdenza sociale
e dell'Istituto nazionale per l'assicurazione contro gli infortuni sul lavoro) riscontri l'impiego di personale
non risultante dalle scritture o da altra documentazione obbligatoria, in misura pari o superiore al
20% del totale dei lavoratori regolarmente occupati nel cantiere, ovvero in caso di reiterate violazioni della
disciplina in materia di superamento dei tempi di lavoro, di riposo giornaliero e settimanale, di cui agli
articoli 4, 7 e 9 del DLgs 66/2003 e s.m., può adottare il provvedimento di sospensione dei lavori.
5. Nei casi di cui al comma precedente, il provvedimento di sospensione può essere revocato laddove si
accerti:
a. la regolarizzazione dei lavoratori non risultanti dalle scritture o da altra documentazione obbligatoria;
b. il ripristino delle regolari condizioni di lavoro, nelle ipotesi di reiterate violazioni alla disciplina in
materia di superamento dei tempi di lavoro, di riposo giornaliero e settimanale.
6. Ai sensi dell'art. 36 *bis*, comma 2, della legge 248/2006, i datori di lavoro debbono munire il personale
occupato di apposita tessera di riconoscimento corredata di fotografia, contenente le generalità del lavoratore
e l'indicazione del datore di lavoro. I lavoratori, dal canto loro, sono tenuti ad esporre detta tessera di
riconoscimento. Tale obbligo grava anche in capo ai lavoratori autonomi che esercitano direttamente la
propria attività nei cantieri, i quali sono tenuti a provvedervi per proprio conto.
7. Nel caso in cui siano presenti contemporaneamente nel cantiere più datori di lavoro o lavoratori autonomi,

dell'obbligo di cui al comma precedente risponde in solido il committente dell'opera.
8. I datori di lavoro con meno di dieci dipendenti possono assolvere all'obbligo di cui al comma 6 mediante
annotazione, su un apposito registro di cantiere vidimato dalla Direzione provinciale del lavoro
territorialmente competente da tenersi sul luogo di lavoro, degli estremi del personale giornalmente impiegato
nei lavori. Ai fini del presente comma, nel computo delle unità lavorative si tiene conto di tutti i
lavoratori impiegati a prescindere dalla tipologia dei rapporti di lavoro instaurati, ivi compresi quelli autonomi
per i quali si applicano le disposizioni di cui al comma 4.
9. Ai sensi dell'art. 36 *bis*, comma 5, della legge n. 248/2006, la violazione delle previsioni di cui ai
commi 6 e 8 comporta l'applicazione, in capo al datore di lavoro, della sanzione amministrativa da euro
100 ad euro 500 per ciascun lavoratore. Il lavoratore munito della tessera di riconoscimento di cui al
comma 4 che non provvede ad esporla è, a sua volta, punito con la sanzione amministrativa da euro 50 a
euro 300.
10. Nei casi di instaurazione di rapporti di lavoro, i datori di lavoro sono tenuti a dare la comunicazione di
cui all'articolo 9 *bis*, comma 2, della legge n. 608/96 e s.m. e i. (di conversione del DL 510/1996), il giorno
antecedente a quello in cui si instaurano i relativi rapporti, mediante documentazione avente data certa.
11. L'impiego di lavoratori non risultanti dalle scritture o da altra documentazione obbligatoria è punito
con la sanzione amministrativa da euro 1.500 a euro 12.000 per ciascun lavoratore, maggiorata di euro
150 per ciascuna giornata di lavoro effettivo. L'importo delle sanzioni civili connesse all'omesso versamento
dei contributi e premi riferiti a ciascun lavoratore di cui al periodo precedente non può essere inferiore
a euro 3.000, indipendentemente dalla durata della prestazione lavorativa accertata.

Art. 9- Obblighi speciali a carico dell'Appaltatore

1. L'appaltatore è obbligato a:
a) intervenire alle misure, le quali possono comunque essere eseguite alla presenza di due testimoni qualora
egli, invitato non si presenti ai sensi dell'art. 185 del Nuovo Regolamento;
b) firmare i libretti delle misure, i brogliacci, le liste settimanali e gli eventuali disegni integrativi a lui
sottoposti dal Direttore dei Lavori ai sensi degli articoli 181 e 185 del Nuovo Regolamento;
c) consegnare al direttore lavori, con tempestività, le fatture relative alle lavorazioni e somministrazioni
previste dal capitolato speciale d'appalto e ordinate dal Direttore dei Lavori che per la loro natura si
giustificano mediante fattura ai sensi dell'art. 186 del Nuovo Regolamento;
d) consegnare al Direttore dei Lavori 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 nonché
a firmare le relative liste settimanali sottopostegli dal Direttore dei Lavori ai sensi dell'art. 187 del
Nuovo Regolamento;
2. L'appaltatore è obbligato a produrre alla Direzione dei Lavori adeguata documentazione fotografica, in
relazione a lavorazioni di particolare complessità, ovvero non più ispezionabili o non più verificabili dopo
la loro esecuzione o comunque a richiesta della Direzione dei Lavori. La documentazione fotografica, a
colori e in formati riproducibili agevolmente, deve recare in modo automatico e non modificabile la data e
l'ora nelle quali sono state effettuate le relative rilevazioni.

Art. 10- Obblighi in materia energetica

Non è previsto alcun obbligo per il tipo di progetto in oggetto.

Art. 11 - Custodia del cantiere

1. È a carico e a cura dell'appaltatore la guardiana e la sorveglianza sia di giorno che di notte, con il personale
necessario, del cantiere e di tutti i materiali in esso esistenti, nonché di tutte le cose
dell'Amministrazione appaltante e delle piantagioni che saranno consegnate all'Appaltatore. Ciò anche
durante i periodi di sospensione e fino alla presa in consegna dell'opera da parte della stazione appaltante.
*(solo per lavori di particolare delicatezza e rilevanza che richiedano la custodia continuativa, aggiungere
il seguente comma)*
2. Ai sensi dell'art. 22 della legge 13 settembre 1982, n. 646, la custodia continuativa deve essere affidata
a personale provvisto di qualifica di guardia particolare giurata; la violazione della presente prescrizione
comporta la sanzione dell'arresto fino a tre mesi o dell'ammenda da 51,65 euro a 516,46 euro.

CAPO XIII - QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI - MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO - ORDINE A TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI

PARTE I - QUALITÀ DEI MATERIALI E DEI COMPONENTI

Art. 12 - Materiali in genere

Quale regola generale si intende che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materiali
e tecnologie tradizionali e/o artigianali, per la costruzione delle opere, proverranno da quelle località
che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori,
rispondano alle caratteristiche/prestazioni di seguito indicate.
Nel caso di prodotti industriali la rispondenza a questo capitolato può risultare da un attestato di conformità
rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

Art. 13 - Acqua, calci, cementi ed agglomerati cementizi, pozzolane, gesso

1. L'acqua per l'impasto con leganti idraulici (UNI EN 1008) dovrà essere dolce, limpida, priva di sostanze
organiche o grassi e priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non
essere aggressiva per il conglomerato risultante. In caso di necessità, dovrà essere trattata per ottenere il
grado di purezza richiesto per l'intervento da eseguire. In taluni casi dovrà essere, altresì, additivata per
evitare l'instaurarsi di reazioni chimico – fisiche che potrebbero causare la produzione di sostanze pericolose.
2. Le calci aeree devono rispondere ai requisiti di cui al RD n. 2231 del 16 novembre 1939, "Norme per
l'accettazione delle calci" e ai requisiti di cui alla norma UNI 459 ("Calci da costruzione").
3. Le calci idrauliche, oltre che ai requisiti di accettazione di cui al RD 16 novembre 1939, n. 2231 e a
quelli della norma UNI 459, devono rispondere alle prescrizioni contenute nella legge 26 maggio 1965, n.
595 "Caratteristiche tecniche e requisiti dei leganti idraulici" ed ai requisiti di accettazione contenuti nel
DM 31 agosto 1972 "Norme sui requisiti di accettazione e modalità di prova degli agglomerati cementizi
e delle calci idrauliche" e s.m. ed i. Le calci idrauliche devono essere fornite o in sacchi sigillati o in imballaggi
speciali a chiusura automatica a valvola, che non possono essere aperti senza lacerazione, o alla
rinfusa. Per ciascuna delle tre alternative valgono le prescrizioni di cui all'art. 3 della legge 595/1965.
4. I cementi da impiegare in qualsiasi lavoro devono rispondere ai limiti di accettazione contenuti nella
legge 26 maggio 1965, n. 595 e nel DM 3 giugno 1968 ("Nuove norme sui requisiti di accettazione e modalità
di prova dei cementi") e successive modifiche e integrazioni (DM 20 novembre 1984 e DM 13 settembre
1993). Tutti i cementi devono essere, altresì, conformi al DM n. 314 emanato dal Ministero
dell'industria in data 12 luglio 1999 (che ha sostituito il DM n. 126 del 9 marzo 1988 con l'allegato "Regolamento
del servizio di controllo e certificazione di qualità dei cementi" dell'ICITE - CNR) ed in vigore
dal 12 marzo 2000, che stabilisce le nuove regole per l'attestazione di conformità per i cementi
immessi sul mercato nazionale e per i cementi destinati ad essere impiegati nelle opere in conglomerato
normale, armato e precompresso. I requisiti da soddisfare devono essere quelli previsti dalla norma UNI

EN 197-2007 “Cemento. Composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni”.
Gli agglomerati cementizi, oltre a soddisfare i requisiti di cui alla legge 595/1965, devono rispondere alle
prescrizioni di cui al summenzionato DM del 31 agosto 1972 e s.m. ed i.
I cementi e gli agglomeranti cementizi devono essere forniti o in sacchi sigillati o in imballaggi speciali a
chiusura automatica a valvola, che non possono essere aperti senza lacerazione, o alla rinfusa. Per ciascuna
delle tre alternative valgono le prescrizioni di cui all’art. 3 della legge 595/1965.
I cementi e gli agglomerati cementizi devono essere in ogni caso conservati in magazzini coperti, ben
ventilati e riparati dall’umidità e da altri agenti capaci di degradarli prima dell’impiego.
5. Le pozzolane devono essere ricavate da strati mondi da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o
di parti inerti; qualunque sia la provenienza devono rispondere a tutti i requisiti prescritti dal RD 16 novembre
1939, n. 2230.
6. Il gesso dovrà essere di recente cottura, perfettamente asciutto, di fine macinazione in modo da non lasciare
residui sullo staccio di 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti
alterate per estinzione spontanea. Il gesso dovrà essere conservato in locali coperti, ben riparati
dall’umidità e da agenti degradanti.
7. L’uso del gesso dovrà essere preventivamente autorizzato dalla Direzione Lavori. Per l’accettazione
valgono i criteri generali dell’art. 70 (Materiali in genere) e la norma UNI 5371 (“Pietra da gesso per la
fabbricazione di leganti. Classificazione, prescrizioni e prove”).

Art. 14 - Materiali inerti per conglomerati cementizi e per malte

1. Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione
di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata
UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1.
Il sistema di attestazione della conformità di tali aggregati, ai sensi del DPR 246/93 è indicato nella Tab.
11.2.II. contenuta nell’art. 11.2.9.2 del DM 14 gennaio 2008 recante “Norme tecniche per le costruzioni”
emesso ai sensi delle leggi 5 novembre 1971, n. 1086, e 2 febbraio 1974, n. 64, così come riunite nel Testo
Unico per l’Edilizia di cui al DPR 6 giugno 2001, n. 380, e dell’art. 5 del DL 28 maggio 2004, n. 136,
convertito in legge, con modificazioni, dall’art. 1 della legge 27 luglio 2004, n. 186 e ss. mm. ii. (d’ora in
poi DM 14 gennaio 2008).
2. È consentito l’uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tab. 11.2.III
contenuta sempre nel summenzionato art. 11.2.9.2., a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata
con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di
laboratorio.
Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3
dell’annesso ZA della norma europea armonizzata UNI EN 12620, per le parti rilevanti, devono essere
effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno
di produzione.
53
Nelle prescrizioni di progetto si potrà fare utile riferimento alle norme UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-
2:2005 al fine di individuare i requisiti chimico-fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati
naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo
e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche, di durabilità e pericolosità ambientale, ecc.), nonché
quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo, o classi di resistenza del calcestruzzo,
ridotte rispetto a quanto previsto nella tabella sopra esposta.
Per quanto riguarda gli eventuali controlli di accettazione da effettuarsi a cura del Direttore dei Lavori,
questi sono finalizzati almeno alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella Tab.
11.2.IV del mezionato art. 11.2.9.2. I metodi di prova da utilizzarsi sono quelli indicati nelle Norme Europee
Armonizzate citate, in relazione a ciascuna caratteristica.
3. Le sabbie, naturali o artificiali, da impiegare nelle malte e nei calcestruzzi devono:
– essere ben assortite in grossezza;
– essere costituite da grani resistenti, non provenienti da roccia decomposta o gessosa;
– avere un contenuto di solfati e di cloruri molto basso (soprattutto per malte a base di cemento);
– essere tali da non reagire chimicamente con la calce e con gli alcali del cemento, per evitare rigonfiamenti
e quindi fessurazioni, macchie superficiali;
– essere scricchiolanti alla mano;
– non lasciare traccia di sporco;
– essere lavate con acqua dolce anche più volte, se necessario, per eliminare materie nocive e sostanze
eterogenee;
– avere una perdita in peso non superiore al 2% se sottoposte alla prova di decantazione in acqua.
4. La ghiaia da impiegare nelle malte e nei conglomerati cementizi deve essere:
– costituita da elementi puliti di materiale calcareo o siliceo;
– ben assortita;
– priva di parti friabili;
– lavata con acqua dolce, se necessario per eliminare materie nocive.
Il pietrisco, utilizzato in alternativa alla ghiaia, deve essere ottenuto dalla frantumazione di roccia compatta
, durissima silicea o calcarea, ad alta resistenza meccanica.
Le dimensioni dei granuli delle ghiaie e del pietrisco per conglomerati cementizi sono prescritte dalla direzione
lavori in base alla destinazione d’uso e alle modalità di applicazione. In ogni caso le dimensioni
massime devono essere commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed
all’ingombro delle armature.
Nel dettaglio gli elementi costituenti ghiaie e pietrischi devono essere di dimensioni tali da:
– passare attraverso un setaccio con maglie circolari del diametro di 5 cm se utilizzati per lavori di fondazione/
elevazione, muri di sostegno, rivestimenti di scarpata, ecc…
– passare attraverso un setaccio con maglie circolari del diametro di 4 cm se utilizzati per volti di getto;
– passare attraverso un setaccio con maglie circolari del diametro di 3 cm se utilizzati per cappe di volti,
lavori in cemento armato, lavori a parete sottile.
In ogni caso, salvo alcune eccezioni, gli elementi costituenti ghiaie e pietrischi devono essere tali da non
passare attraverso un setaccio con maglie circolari del diametro di 1 cm.
5. Sabbia, ghiaia e pietrisco sono in genere forniti allo stato sciolto e sono misurati o a metro cubo di materiale
assestato sugli automezzi per forniture o a secchie, di capacità convenzionale pari ad 1/100 di m³,
nel caso in cui occorrono solo minimi quantitativi.
6. Le pietre naturali da impiegarsi nella muratura e per qualsiasi altro lavoro, devono essere a grana compatta
e monde da cappellaccio, esenti da piani di sfaldamento, da screpolature, peli, venature, interclusioni
di sostanze estranee; devono avere dimensioni adatte al particolare loro impiego, offrire una resistenza
proporzionata alla entità della sollecitazione cui devono essere soggette, ed avere una efficace adesività
alle malte. Sono escluse, salvo specifiche prescrizioni, le pietre gessose ed in generale tutte quelle che potrebbero
subire alterazioni per l’azione degli agenti atmosferici o dell’acqua corrente.
7. Gli additivi per impasti cementizi devono essere conformi alla norma UNI 10765 – 1999 (Additivi per
impasti cementizi – Additivi multifunzionali per calcestruzzo – Definizioni, requisiti e criteri di conformità).
Per le modalità di controllo ed accettazione il Direttore dei Lavori potrà far eseguire prove od accettare

l'attestazione di conformità alle norme secondo i criteri di cui all'art. 70 del presente capitolato.

Art. 15 - Elementi di laterizio e calcestruzzo

Art. 16 - Armature per calcestruzzo

1. Gli acciai per l'armatura del calcestruzzo normale devono rispondere alle prescrizioni contenute nel
vigente DM 14 gennaio 2008 ai punti 11.3.2.1 e 11.3.2.2e.

2. È fatto divieto di impiegare acciai non qualificati all'origine.

Art. 17 - Prodotti a base di legno

1. Per prodotti a base di legno si intendono quelli che derivano dalla semplice lavorazione e/o dalla trasformazione
del legno e si presentano solitamente sotto forma di segati, pannelli, lastre, ecc… Detti prodotti
devono essere provveduti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non devono presentare
difetti incompatibili con l'uso cui sono destinati; devono quindi essere di buona qualità, privi di alburno,
fessure, spaccature, nodi profondi, cipollature, buchi o altri difetti. I prodotti a base di legno di cui nel seguito
sono considerati al momento della loro fornitura ed indipendentemente dalla destinazione d'uso. Il
Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni
della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate.
Per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale, pavimentazioni,
coperture, ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni del
progetto.

2. I segati di legno (UNI EN 844 / 1998 – 2002), a complemento di quanto specificato nel progetto o negli
articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:
• tolleranze su lunghezza, larghezza e spessore misurate secondo la norma UNI EN 1313 ("Legno tondo
e segati – Dimensioni preferenziali e tolleranze – Segati);
• umidità non maggiore del ……, misurata secondo la norma UNI 8829 ("Segati di legno – Determinazione
del gradiente di umidità);
• difetti da essiccazione ....., misurati secondo la norma UNI 8947 ("Segati
di legno - Individuazione e misurazione dei difetti da essiccazione");
• qualità di essiccazione …… valutata secondo la norma UNI 9030 ("Segati di legno – Qualità di essiccazione").

3. I pannelli a base di fibra di legno (UNI EN 316), oltre a quanto specificato nel progetto, e/o negli articoli
relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le specifiche di cui alla norma UNI EN 622
(Pannelli di fibra di legno – Specifiche – Requisiti generali) nonché con le seguenti caratteristiche:
• tolleranze su lunghezza, larghezza e spessore;
• umidità non maggiore del ……..% misurata secondo ……;
• massa volumica:
– per tipo tenero: minore di ……. kg/m³
– per tipo semiduro: tra …….. kg/m³ e …….. kg/m³
– per tipo duro: oltre …….. kg/m³
misurata secondo la norma UNI EN 323
• la superficie potrà essere:
– grezza (se mantenuta come risulta dalla pressatura)
– levigata (quando ha subito la levigatura)
– rivestita su una o due facce mediante: placcatura, carte impregnate, smalti, ecc…
Funzionalmente avranno le seguenti caratteristiche:
– assorbimento superficiale..... massimo…….

(misurato secondo la norma UNI EN 382);
– rigonfiamento dopo immersione in acqua ….…. massimo, misurato secondo la norma UNI EN 317
– resistenza a trazione di ..... minimo ……...
(misurata secondo la norma UNI EN 319)
– resistenza a compressione di ..... minimo…….
(misurata secondo UNI ISO 3132 e UNI ISO 3787)
– resistenza a flessione di ..... minimo ……..
(misurata secondo la norma UNI EN 1058)
Nota per il compilatore: Indicare le caratteristiche superficiali ed i valori delle altre caratteristiche richieste,
nonché le norme da seguire per il controllo.

4. I pannelli a base di particelle di legno (UNI EN 309) a compimento di quanto specificato nel progetto,
o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le specifiche di cui alla norma UNI
EN 312 (Pannelli di particelle di legno – Specifiche – Requisiti generali di tutti i tipi di pannelli) nonché
con le seguenti caratteristiche:
• tolleranze su lunghezza, larghezza e spessore misurate secondo la norma UNI 4866;
• umidità del … ± …%, misurata secondo ….;
• massa volumica: ….. kg/m³, misurata secondo la norma UNI EN 323;
superficie: grezza; levigata; rivestita con .....
Funzionalmente avranno le seguenti caratteristiche:
– rigonfiamento dopo immersione in acqua: ……... massimo misurato secondo la norma UNI EN 317;
……
Nota per il compilatore: Indicare le caratteristiche superficiali ed i valori delle altre caratteristiche, nonché
le norme da seguire per il controllo.

5. I pannelli di legno compensato e paniforti (UNI EN 313) a complemento di quanto specificato nel progetto,
o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:
• tolleranze su lunghezza, larghezza e spessore misurate secondo la norma UNI EN 315 - 2002;
• umidità non maggiore del ……%, misurata secondo ….;
• grado di incollaggio ..... (1 - 10), misurato secondo le norme UNI EN 314-1 e UNI EN 314-2.
Funzionalmente avranno le seguenti caratteristiche:
– resistenza a trazione ……..... N/mm², misurata secondo la norma UNI 6480;
– resistenza a flessione statica ..... N/mm² minimo, misurata secondo la norma UNI EN 1072 - 1997;

Art. 18 - Prodotti di pietre naturali o ricostruite

Art. 19 - Prodotti per pavimentazione

1. Si definiscono prodotti per pavimentazione quelli utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento
dell'intero sistema di pavimentazione. Detti prodotti vengono di seguito considerati al momento della
fornitura; il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali)
su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di
seguito indicate.

2. I *prodotti di legno per pavimentazione* (tavolette, listoni, mosaico di lamelle, blocchetti, ecc…) devono
essere della essenza legnosa adatta all'uso e prescritta nel progetto ed avere le seguenti caratteristiche:
• resistenza meccanica a flessione minima…… misurata secondo la norma UNI EN 1533;
• resistenza alla penetrazione minima…… misurata secondo la norma UNI EN 1534;
• stabilità dimensionale …….. misurata secondo la norma UNI EN 1910;
• elasticità e resistenza all'usura per abrasione……. misurate secondo la norma UNI ENV 13696
– 2009;
• resistenza agli agenti chimici …….. misurata secondo la norma UNI EN 13442.

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, umidità
nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.
Nell'imballo un foglio informativo indicherà,
oltre al nome del fornitore e contenuto, l'essenza legnosa nonché le caratteristiche di cui sopra.

3. Le *piastrelle di ceramica per pavimentazioni* devono essere del materiale indicato nel progetto. Le dizioni
commerciali e/o tradizionali (cotto, cottoforte, gres, ecc.) devono essere associate a quelle della

classificazione di cui alla norma UNI EN 14411-2007 (“Piastrelle di ceramica. Definizioni, classificazione,
caratteristiche e marcatura”), basata sul metodo di formatura e sull’assorbimento d’acqua.
A seconda della classe di appartenenza (secondo UNI EN 14411-2007) le piastrelle di ceramica estruse o
pressate di prima scelta devono rispondere ai requisiti fissati dalla norma UNI EN 14411-2007.
I prodotti di seconda scelta, cioè quelli che rispondono parzialmente alle norme predette, saranno accettati
in base alla rispondenza ai valori previsti dal progetto, e, in mancanza, in base ad accordi tra Direzione
dei Lavori e fornitore.
Per i prodotti definiti «pianelle comuni di argilla», «pianelle pressate ed arrotate di argilla» e «mattonelle
greificate» dal RD del 16 novembre 1939 n. 2234 devono, altresì, essere rispettate le seguenti prescrizioni:
– resistenza all’urto 2 Nm (0,20 kg/m) minimo;
– resistenza alla flessione 2,5 N/mm² (25 kg/cm²) minimo;
– coefficiente di usura al tribometro 15 mm massimo per 1 km di percorso.
Per le piastrelle colate (ivi comprese tutte le produzioni artigianali) le caratteristiche rilevanti da misurare
ai fini di una qualificazione del materiale sono le stesse indicate per le piastrelle pressate a secco ed estruse
(vedi norma UNI EN 14411-2007), per cui:
– ..... per quanto attiene ai metodi di prova si rimanda alla normativa UNI EN vigente e già citata;
– per quanto attiene i limiti di accettazione, tenendo in dovuto conto il parametro relativo
all’assorbimento d’acqua, i valori di accettazione per le piastrelle ottenute mediante colatura saranno concordati
fra produttore ed acquirente, sulla base dei dati tecnici previsti dal progetto o dichiarati dai produttori
ed accettate dalla Direzione dei Lavori.
I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, sporcatura,
ecc. nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa ed essere accompagnati da fogli
informativi riportanti il nome del fornitore e la rispondenza alle prescrizioni predette.

Art. 20 - Prodotti per coperture discontinue (a falda)

1. Si definiscono prodotti per coperture quelli utilizzati per realizzare lo strato di tenuta all’acqua nei sistemi
di copertura nonché quelli usati per altri strati complementari (per la realizzazione delle coperture
discontinue nel loro insieme si rinvia all’art. 108 del presente capitolato sull’esecuzione delle coperture
discontinue). Detti prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; il Direttore dei Lavori
ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura
oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. In caso di
contestazione le procedure di prelievo dei campioni ed i metodi di prova e valutazione dei risultati sono
quelli indicati nelle norme UNI citate di seguito.
2. Le tegole e i coppi di laterizio per coperture ed i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo le
dizioni commerciali usuali (marsigliese, romana, ecc.). Detti prodotti devono rispondere alle prescrizioni
del progetto, alle specifiche di cui alla norma UNI EN 1304 (“Tegole di laterizio e relativi accessori – Definizioni
e specifiche di prodotto”) e in mancanza e/o a completamento alle prescrizioni di seguito riportate.
a) I difetti visibili sono ammessi nei seguenti limiti:
– le fessure non devono essere visibili o rilevabili a percussione;
– le protuberanze e scagliature non devono avere diametro medio (tra dimensione massima e minima)
maggiore di 15 mm e non deve esserci più di 1 protuberanza; è ammessa 1 protuberanza di diametro
medio tra 7 e 15 mm ogni 2 dm² di superficie proiettata;
– sbavature tollerate purché permettano un corretto assemblaggio.
b) Sulle dimensioni nominali e forma geometrica sono ammesse le seguenti tolleranze:
– lunghezza: ± 3%;
57
– larghezza: ± 3% per tegole e ± 8% per coppi.
c) Sulla massa convenzionale è ammessa una tolleranza del 15%.
d) L’impermeabilità (UNI EN 539-1) deve essere tale da non permettere la caduta di goccia d’acqua
dall’intradosso.
e) La resistenza a flessione (forza F singola), misurata secondo le modalità di cui alla norma UNI EN 538,
deve essere maggiore di 1000 N.
I criteri di accettazione sono quelli del comma 1. In caso di contestazione si procederà secondo quanto
indicato all’ultimo periodo del comma 1.
I prodotti devono essere forniti su appositi pallets, legati e protetti da azioni meccaniche e chimiche nonché
dalla sporcizia che potrebbero degradarli durante la fase di trasporto, deposito e manipolazione prima
della posa. Gli imballi, solitamente di materiale termoretraibile, devono contenere un foglio informativo
riportante almeno il nome del fornitore e le indicazioni dei commi da *a)* ad *h)* nonché eventuali istruzioni
complementari.
3. Le tegole di calcestruzzo per coperture ed i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo le dizioni
commerciali usuali (portoghese, olandese, ecc.) differenziandosi tra tegole “ad incastro” e “senza
incastro”. I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto e, in mancanza e/o completamento,
alle prescrizioni di seguito riportate.
a) I difetti visibili sono ammessi nei seguenti limiti:
– le fessure non sono ammesse;
– le incavature non devono avere profondità maggiore di 4 mm (escluse le tegole con superficie granulata);
– le protuberanze sono ammesse in forma lieve per tegole colorate nell’impasto;
– le scagliature sono ammesse in forma leggera;
– le sbavature e deviazioni sono ammesse purché non impediscano il corretto assemblaggio del prodotto.
b) Sulle dimensioni nominali e forma geometrica sono ammesse le seguenti tolleranze:
– lunghezza: ± 1,5%;
– larghezza: ± 1%;
– ortometria (misurata secondo le prescrizioni della norma UNI 8635-6): scostamento orizzontale
non maggiore dell’1,6% del lato maggiore;
– altre dimensioni dichiarate ± 1,6%.
c) L’impermeabilità non deve permettere la caduta di gocce d’acqua, dall’intradosso, dopo 24 h.
d) Dopo i cicli di gelività la resistenza a flessione F deve essere maggiore od uguale a 1800 N su campioni
maturati 28 giorni.
e) Il carico di rottura a flessione del singolo elemento deve essere maggiore od uguale a 1000 N; la media
deve essere maggiore od uguale a 1500 N.
I criteri di accettazione sono quelli del comma 1. In caso di contestazione si procederà secondo quanto
indicato all’ultimo periodo del comma 1.
I prodotti devono essere forniti su appositi pallets legati e protetti da azioni meccaniche, chimiche e sporcizia
che potrebbero degradarli durante le fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.
4. Le lastre di fibrocemento possono essere dei seguenti tipi:
– *lastre piane* (a base: fibrocemento e silico calcare; fibrocemento; cellulosa; fibrocemento/silico - calcare
rinforzati);
– *lastre ondulate* a base di fibrocemento aventi sezione trasversale formata da ondulazioni approssimativamente
sinusoidali; possono essere con sezioni traslate lungo un piano o lungo un arco di cerchio;
– *lastre nervate* a base di fibrocemento, aventi sezione trasversale grecata o caratterizzata da tratti piani
e tratti sagomati.
I criteri di controllo sono quelli indicati al comma 1 del presente articolo.
In particolare:
• Le *lastre piane* devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto e, in mancanza od a integrazione,
alle seguenti:
a) larghezza 1200 mm, lunghezza scelta tra 1200, 2500 o 5000 mm con tolleranza ± 0,4% e massimo
5 mm;

b) spessori ..... mm (scelto tra le sezioni normate) con tolleranza ± 0,5 mm fino a 5 mm e ±
10% fino a 25 mm;
c) rettilineità dei bordi: scostamento massimo 2 mm per metro, ortogonalità 3 mm per metro;
d) caratteristiche meccaniche (resistenza a flessione):
tipo 1: 13 N/mm²minimo con sollecitazione lungo le fibre;
15 N/mm²minimo con sollecitazione perpendicolare alle fibre;
tipo 2: 20 N/mm²minimo con sollecitazione lungo le fibre;
16 N/mm²minimo con sollecitazione perpendicolare alle fibre;
e) massa volumica apparente:
tipo 1: .....
1,3 g/cm³ minimo;
tipo 2: .....
1,7 g/cm³ minimo;
f) tenuta d'acqua con formazione di macchie di umidità sulle facce inferiori dopo 24 h sotto battente
d'acqua ma senza formazione di gocce d'acqua;
g) resistenza alle temperature di 120 °C per 2 h con decadimento della resistenza a flessione non
maggiore del 10%.
Le lastre rispondenti alla norma UNI-EN 492-2007 ("Tegole piane di fibrocemento e relativi accessori
per coperture – Specifiche di prodotto e metodi di prova") sono considerate rispondenti alle prescrizioni
predette, ed alla stessa norma si fa riferimento per le modalità di prova.
• Le *lastre ondulate* devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto ed, in mancanza o ad
integrazione, alle seguenti:
a) facce destinate all'esposizione alle intemperie, lisce, bordi diritti e taglio netto e ben squadrate ed
entro i limiti di tolleranza;
b) caratteristiche dimensionali e tolleranze di forma secondo quanto dichiarato dal fabbricante ed accettato
dalla Direzione dei Lavori; in mancanza vale la norma UNI 10636-2005 ("Lastre ondulate
di fibrocemento per coperture – Istruzioni per l'installazione");
c) tenuta all'acqua con formazione di macchie di umidità sulle facce inferiori dopo 24 h sotto battente
d'acqua ma senza formazione di gocce d'acqua;
d) resistenza a flessione, secondo i valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori
(in mancanza vale la norma UNI 10636);
e) resistenza al gelo, dopo 25 cicli in acqua a temperatura di +20 °C seguito da permanenza in frigo a
-20 °C, non devono presentare fessurazioni, cavillature o degradazione;
f) la massa volumica non deve essere minore di 1,4 kg/dm³.
Le lastre rispondenti alla norma UNI 10636 sono considerate rispondenti alle prescrizioni predette, ed alla
stessa norma si fa riferimento per le modalità di prova.
Gli accessori devono rispondere alle prescrizioni sopraddette per quanto attiene l'aspetto, le caratteristiche
dimensionali e di forma, la tenuta all'acqua e la resistenza al gelo.
• Le *lastre nervate* devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto ed in mancanza o ad integrazione
a quelle indicate per le lastre ondulate.
Le lastre rispondenti alla norma UNI-EN 494-2007 ("Lastre nervate di fibrocemento e relativi accessori
per coperture – Specifiche di prodotto e metodi di prova") sono considerate rispondenti alle prescrizioni
predette, ed alla stessa norma si fa riferimento per le modalità di prova.
5. Le lastre di materia plastica rinforzata o non rinforzata si intendono definite e classificate secondo le
norme UNI vigenti.
Detti prodotti devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza e/o completamento alle
prescrizioni:
a) della norma UNI EN ISO 14631 (2001) in caso di lastre di polistirene;
b) della norma UNI EN ISO 7823-1 (2005) in caso di lastre di polimetilmetacrilato;
I criteri di accettazione sono quelli di cui al comma 1.
6. Le lastre di metallo ed i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo la usuale terminologia
commerciale. Essi dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza ed a completamento
alle seguenti caratteristiche:
a) i prodotti completamente supportati dovranno rispondere alle caratteristiche di resistenza al punzonamento,
resistenza al piegamento a 360°; resistenza alla corrosione; resistenza a trazione. Le caratteristiche
predette saranno quelle riferite al prodotto in lamina prima della lavorazione. Gli effetti estetici
e difetti saranno valutati in relazione alla collocazione dell'edificio;
b) i prodotti autoportanti (compresi i pannelli, le lastre grecate, ecc…) oltre alle prescrizioni di cui al
punto a) dovranno soddisfare la resistenza a flessione secondo i carichi di progetto e la distanza tra gli
appoggi.
I criteri di accettazione sono quelli di cui al comma 1. In caso di contestazione si fa riferimento alle norme
UNI EN 501, UNI EN 502, UNI EN 505, UNI EN 507 per prodotti non autoportanti ed alle norme
UNI EN 506 (2008), UNI EN 508-1/2/3 (2008) per prodotti autoportanti.
La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fornitore e la rispondenza
alle caratteristiche richieste.
7. I prodotti di pietra dovranno rispondere alle caratteristiche di resistenza a flessione, resistenza all'urto,
resistenza al gelo e disgelo, comportamento agli aggressivi inquinanti. I limiti saranno quelli prescritti dal
progetto o quelli dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione dei Lavori. I criteri di accettazione
sono quelli indicati al comma 1 del presente articolo. La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio
informativo riportante il nome del fornitore e la corrispondenza alle caratteristiche richieste.

Art. 21 - Prodotti per impermeabilizzazioni e per coperture piane

1. Per prodotti per impermeabilizzazioni e coperture piane si intendono quelli che si presentano sotto
forma di:
• membrane in fogli e/o rotoli da applicare a freddo od a caldo, in fogli singoli o pluristrato;
• prodotti forniti in contenitori (solitamente liquidi e/o in pasta) da applicare a freddo od a caldo su
eventuali armature (che restano inglobate nello strato finale) fino a formare in sito una membrana continua.
Le *membrane* si designano descrittivamente in base:
– al materiale componente (esempio: bitume ossidato fillerizzato, bitume polimero elastomero, bitume
polimero plastomero, etilene propilene diene, etilene vinil acetato, ecc.);
– al materiale di armatura inserito nella membrana (esempio: armatura vetro velo, armatura poliammide
tessuto, armatura polipropilene film, armatura alluminio foglio sottile, ecc.);
– al materiale di finitura della faccia superiore (esempio: poliestere film da non asportare, polietilene
film da non asportare, graniglie, ecc.);
– al materiale di finitura della faccia inferiore (esempio: poliestere non tessuto, sughero, alluminio foglio
sottile, ecc.).
I *prodotti forniti in contenitori* si designano descrittivamente come segue:
– mastici di rocce asfaltiche e di asfalto sintetico;
– asfalti colati;
– malte asfaltiche;
– prodotti termoplastici;
– soluzioni in solvente di bitume;
– emulsioni acquose di bitume;
– prodotti a base di polimeri organici.
I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura, le modalità di posa sono trattate
negli articoli relativi alla posa in opera.
Il Direttore dei Lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni
della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito
indicate.
2. Le membrane per coperture di edifici in relazione allo strato funzionale8 che vanno a costituire (esempio
strato di tenuta all'acqua, strato di tenuta all'aria, strato di schermo e/o barriera al vapore, strato di
protezione degli strati sottostanti, ecc.) devono rispondere alle prescrizioni del progetto e, in mancanza od
a loro completamento, alle prescrizioni di seguito dettagliate.

a) Le membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore devono soddisfare i requisiti
previsti dalla norma UNI 9380 per quanto concerne:
– le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
– i difetti, l'ortometria e la massa areica;
– la resistenza a trazione;
– la flessibilità a freddo;
– il comportamento all'acqua;
– la permeabilità al vapore d'acqua;
– l'invecchiamento termico in acqua;
– le giunzioni.
I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione
dei Lavori.
Le membrane rispondenti alle varie prescrizioni della norma UNI 8629 in riferimento alle caratteristiche
precitate sono valide anche per questo impiego.
b) Le membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione
di vapore, di irrigidimento o ripartizione dei carichi, di regolarizzazione, di separazione e/o scorrimento
o drenante devono soddisfare i requisiti previsti dalla norma UNI 9168 per quanto concerne:
– le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
– difetti, ortometria e massa areica;
– comportamento all'acqua;
– invecchiamento termico in acqua.
I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione
dei Lavori. Le membrane rispondenti alle norme UNI 9380 e UNI 8629 per le caratteristiche precitate sono
valide anche per questo impiego.
c) Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria devono soddisfare i requisiti previsti dalla
norma UNI 9168 per quanto concerne:
– le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
– difetti, ortometria e massa areica;
– resistenza a trazione ed alla lacerazione;
– comportamento all'acqua;
– le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione ed alla permeabilità all'aria.
I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione
dei Lavori. Le membrane rispondenti alle norme UNI 9380 e UNI 8629 per le caratteristiche precitate sono
valide anche per questo impiego.
d) Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua devono soddisfare i requisiti previsti dalla
norma UNI 8629 (varie parti) per quanto concerne:

8 Gli strati funzionali si intendono definiti come riportato nella norma UNI 8178.

– le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
– difetti, ortometria e massa areica;
– resistenza a trazione e alla lacerazione;
– punzonamento statico e dinamico;
– flessibilità a freddo;
– stabilità dimensionale in seguito ad azione termica;
– stabilità di forma a caldo;
– impermeabilità all'acqua e comportamento all'acqua;
– permeabilità al vapore d'acqua;
– resistenza all'azione perforante delle radici;
– invecchiamento termico in aria ed acqua;
– resistenza all'ozono (solo per polimeriche e plastomeriche);
– resistenza ad azioni combinate (solo per polimeriche e plastomeriche);
– le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione ed avere impermeabilità all'aria.
I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione
dei Lavori.
e) Le membrane destinate a formare strati di protezione devono soddisfare i requisiti previsti dalla norma
UNI 8629 (varie parti) per quanto concerne:
– le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
– difetti, ortometria e massa areica;
– resistenza a trazione e alle lacerazioni;
– punzonamento statico e dinamico;
– flessibilità a freddo;
– stabilità dimensionali a seguito di azione termica;
– stabilità di forma a caldo (esclusi prodotti a base di PVC, EPDM, IIR);
– comportamento all'acqua;
– resistenza all'azione perforante delle radici;
– invecchiamento termico in aria;
– le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione;
– l'autoprotezione minerale deve resistere all'azione di distacco.
I prodotti non normati devono rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione
dei Lavori.
3. Le membrane a base di elastomeri e di plastomeri, elencate nel seguente punto a), sono utilizzate per
l'impermeabilizzazione nei casi di cui al punto *b)* e devono rispondere alle prescrizioni elencate al successivo
punto *c)*.
Detti prodotti vengono considerati al momento della loro fornitura. Per le modalità di posa si rimanda gli
articoli relativi alla posa in opera.
a) Tipi di membrane:
– membrane in materiale elastomerico9 senza armatura;
– membrane in materiale elastomerico dotate di armatura;
– membrane in materiale plastomerico10 flessibile senza armatura;

9 Per materiale elastometrico si intende un materiale che sia fondamentalmente elastico anche a temperature superiori o inferiori a quelle di normale impiego e/o che abbia subito un processo di reticolazione (per esempio gomma vulcanizzata).

– membrane in materiale plastomerico flessibile dotate di armatura;
– membrane in materiale plastomerico rigido (per esempio polietilene ad alta o bassa densità, reticolato
o non, polipropilene);
– membrane polimeriche a reticolazione posticipata (per esempio polietilene clorosolfanato) dotate di
armatura;
– membrane polimeriche accoppiate11;
b) Classi di utilizzo12:
Classe A - membrane adatte per condizioni eminentemente statiche del contenuto (per esempio, bacini,
dighe, sbarramenti, ecc.)
Classe B - membrane adatte per condizioni dinamiche del contenuto (per esempio, canali, acquedotti,
ecc.)
Classe C - membrane adatte per condizioni di sollecitazioni meccaniche particolarmente gravose,
concentrate o no (per esempio, fondazioni, impalcati di ponti, gallerie, ecc.
Classe D - membrane adatte anche in condizioni di intensa esposizione agli agenti atmosferici e/o alla
luce
Classe E - membrane adatte per impieghi in presenza di materiali inquinanti e/o aggressivi (per
esempio, discariche, vasche di raccolta e/o decantazione, ecc.)
Classe F - membrane adatte per il contatto con acqua potabile o sostanze di uso alimentare (per
esempio, acquedotti, serbatoi, contenitori per alimenti, ecc.).
c) Le membrane di cui al comma a) sono valide per gli impieghi di cui al comma b) purché rispettino le
caratteristiche previste nelle varie parti della norma UNI 8898.
4. I prodotti forniti solitamente sotto forma di liquidi o paste e destinati principalmente a realizzare strati
di tenuta all'acqua, ma anche altri strati funzionali della copertura piana - a secondo del materiale costituente
- devono rispondere alle prescrizioni di seguito dettagliate. I criteri di accettazione sono quelli indicati
all'ultimo periodo del comma 1.
a) Caratteristiche identificative del prodotto in barattolo (prima dell'applicazione):
– Viscosità in ..... minimo .....
....., misurata secondo
.....
.....
– Massa volumica kg/dm³ minimo ..... massimo
..... .
misurata secondo
.....
.... .
– Contenuto di non volatile % in massa minimo
..... .

misurato secondo
.....
.... .
– Punto di infiammabilità minimo %
..... misurato
secondo
.....
..... .
– Contenuto di ceneri massimo g/kg
..... misurato
secondo
.....
..... .
–
.....
.....
.....
.....
10 Per materiale plastomerico si intende un materiale che sia relativamente elastico solo entro un intervallo di temperatura corrispondente generalmente a quello di impiego ma che non abbia subito alcun processo di reticolazione (come
per esempio cloruro di polivinile plastificato o altri materiali termoplastici flessibili o gomme non vulcanizzate).
11 Trattasi di membrane polimeriche accoppiate o incollate sulla faccia interna ad altri elementi aventi funzioni di protezione
o altra funzione particolare, comunque non di tenuta. In questi casi, quando la parte accoppiata all'elemento polimerico impermeabilizzante ha importanza fondamentale per il comportamento in opera della membrana, le prove
devono essere eseguite sulla membrana come fornita dal produttore.
12 Nell'utilizzo delle membrane polimeriche per impermeabilizzazione, possono essere necessarie anche caratteristiche
comuni a più classi. In questi casi devono essere presi in considerazione tutti quei fattori che nell'esperienza progettuale e/o applicativa risultano di importanza preminente o che per legge devono essere considerati tali.

Nota per il compilatore: eliminare le caratteristiche superflue e/o completare l'elenco, indicando i valori
di accettazione ed i metodi di controllo facendo riferimento alle norme UNI vigenti
b) Caratteristiche di comportamento da verificare in sito o su campioni significativi di quanto realizzati
in sito:
– spessore dello strato finale in relazione al quantitativo applicato per ogni metro quadrato minimo
..... mm, misurato secondo. .....
.....
– Valore dell'allungamento a rottura minimo ……. %, misurato secondo
……..…..
– Resistenza al punzonamento statico o dinamico: statico minimo
.....N dinamico
minimo ..... N,
misurati secondo
.....
..... .
– Stabilità dimensionale a seguito di azione termica, variazione dimensionale massima in %
……
……
misurati secondo
.....
... .
– Impermeabilità all'acqua, minima pressione di
……. kPa misurati
secondo
.....
..... .
– Comportamento all'acqua, variazione di massa massima in %
……. , misurata
secondo
.....
..... .
– Invecchiamento termico in aria a 70 °*C*, variazione della flessibilità a freddo tra prima e dopo il
trattamento massimo °C
…… misurati secondo
.....
..... .
– Invecchiamento termico in acqua, variazione della flessibilità a freddo tra prima e dopo il trattamento
massimo °C ……..
misurati secondo
.....
..... .
–
.....
..... .
– per i valori non prescritti si intendono validi quelli dichiarati dal fornitore ed accettati dalla Direzione
dei Lavori.
Nota per il compilatore : eliminare le caratteristiche superflue e/o completare l'elenco, indicando i valori
di accettazione ed i metodi di controllo facendo riferimento alle norme UNI vigenti.

Art. 22 - Prodotti di vetro (lastre, profilati ad U e vetri pressati)

Art. 23 - Prodotti diversi (sigillanti, adesivi, geotessili)

1. I prodotti sigillanti, adesivi e geotessili, di seguito descritti, sono considerati al momento della fornitura.
Il Direttore dei Lavori ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su
campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito
indicate. Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si fa riferimento ai metodi UNI esistenti.
2. Per sigillanti si intendono i prodotti utilizzati per riempire, in forma continua e durevole, i giunti tra
elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne, ecc.) con funzione
di tenuta all'aria, all'acqua, ecc… Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi
alla destinazione d'uso, i sigillanti devono rispondere alla classificazione ed ai requisiti di cui alla norma
UNI ISO 11600 nonché alle seguenti caratteristiche:
– compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
– diagramma forza - deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto
al quale sono destinati;
– durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego intesa come decadimento
delle caratteristiche meccaniche ed elastiche tale da non pregiudicare la sua funzionalità;
– durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di
destinazione.
Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde al progetto
od alle norme UNI EN ISO 9047, UNI EN ISO 10563, UNI EN ISO 10590, UNI EN ISO 10591,
UNI EN ISO 11431, UNI EN ISO 11432, UNI EN ISO 7389, UNI EN ISO 7390, UNI EN ISO 8339,
UNI EN ISO 8340, UNI EN 28394, UNI EN ISO 9046, UNI EN 29048 e/o in possesso di attestati di conformità;
in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione
dei Lavori.
3. Per adesivi si intendono i prodotti utilizzati per ancorare un elemento ad uno attiguo, in forma permanente,
resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc. dovute all'ambiente ed alla destinazione
d'uso. Sono inclusi in detta categoria gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per
altri usi e per diversi supporti (murario, ferroso, legnoso, ecc.). Sono invece esclusi gli adesivi usati durante
la produzione di prodotti o componenti. Oltre a quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi
alla destinazione d'uso, gli adesivi devono rispondere alle seguenti caratteristiche:
– compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
– durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego intesa come decadimento

delle caratteristiche meccaniche tale da non pregiudicare la loro funzionalità;
– durabilità alle azioni chimico - fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o
nell'ambiente di destinazione;
– caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.
Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde alle seguenti
norme UNI:
– UNI EN 1372, UNI EN 1373, UNI EN 1841, UNI EN 1902, UNI EN 1903, in caso di adesivi per rivestimenti
di pavimentazioni e di pareti;
– UNI EN 1323, UNI EN 1324, UNI EN 1346, UNI EN 1347, UNI EN 1348, in caso di adesivi per piastrelle;
– UNI EN 1799 in caso di adesivi per strutture di calcestruzzo.
In alternativa e/o in aggiunta soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il
prodotto è in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si fa riferimento ai valori dichiarati dal
produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.
4. Per geotessili si intendono i prodotti utilizzati per costituire strati filtranti, di separazione, contenimento,
drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) ed in coperture. Si distinguono in:
– tessuti (UNI sperimentale 8986): stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e
trama);
– non tessuti (UNI 8279): feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro
con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico (fusione).
Si hanno non tessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo.
(Sono esclusi dal presente articolo i prodotti usati per realizzare componenti più complessi).
Quando non è specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti
rispondenti alle seguenti caratteristiche:
– tolleranze sulla lunghezza e larghezza: ± 1%;
– spessore: ± 3%;
– resistenza a trazione ……..… (non tessuti: UNI 8279-4);
– resistenza a lacerazione …… (non tessuti: UNI EN 29073-4; tessuti 7275);
– resistenza a perforazione con la sfera ……(non tessuti: UNI 8279-11; tessuti: UNI 5421);
– assorbimento dei liquidi……(non tessuti: UNI EN ISO 9073-6);
– ascensione capillare……. (non tessuti: UNI EN ISO 9073-6);
– variazione dimensionale a caldo…….(non tessuti: UNI 8279-12);
– permeabilità all'aria…….……(non tessuti: UNI 8279-3);
Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto risponde alle
norme UNI sopra indicate e/o è in possesso di attestato di conformità; in loro mancanza valgono i valori
dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei lavori.

Dovrà inoltre essere sempre specificata la natura del polimero costituente (poliestere, polipropilene, poliammide,
ecc…).
Per i non tessuti dovrà essere precisato:
– se sono costituiti da filamento continuo o da fiocco;
– se il trattamento legante è meccanico, chimico o termico;
– il peso unitario.

Art. 82 - Infissi

Art. 84 - Prodotti per isolamento termico

Art. 24 - Scavi in genere

Gli scavi in genere per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno essere eseguiti secondo
i disegni di progetto e la relazione geologica e geotecnica di cui al DMLLPP dell'11 marzo 1988 (d'ora in
poi DMLLPP 11.03.88), integrato dalle istruzioni applicative di cui alla CMLLPP n. 218/24/3 del 9 gennaio
1996, nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione
dei Lavori.
Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti
e franamenti, restando esso, oltreché totalmente responsabile di eventuali danni alle persone e alle opere,
altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.
L'Appaltatore dovrà, altresì, provvedere a sue spese affinché le acque scorrenti alla superficie del terreno
siano deviate in modo che non abbiano a riversarsi nei cavi.
Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte (a giudizio insindacabile
della Direzione dei Lavori), ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate fuori della sede del
cantiere, alle pubbliche discariche ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a rendere disponibili
a sua cura e spese.
Qualora le materie provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse dovranno essere
depositate secondo le indicazioni della direzione lavori o previo assenso della Direzione dei Lavori, per
essere poi riprese a tempo opportuno. In ogni caso le materie depositate non dovranno essere di danno ai
lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti alla superficie.
La Direzione dei Lavori potrà fare asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione
alle precedenti disposizioni.
Qualora i materiali siano ceduti all'Appaltatore, si applica il disposto del comma 3, dell'art. 36 del Cap.
Gen. n. 145/00.

Art. 89 - Scavi di sbancamento

Art. 90 - Scavi di fondazione od in trincea

Art. 91 - Scavi subacquei e prosciugamento

Art. 92 - Presenza di gas negli scavi

Art. 25- Rilevati e rinterri

Per la formazione dei rilevati o per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti
degli scavi e le murature, o da addossare alle murature, e fino alle quote prescritte dalla Direzione dei Lavori,
si impiegheranno in generale e, salvo quanto segue, fino al loro totale esaurimento, tutte le materie
provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti per quel cantiere, in quanto disponibili ed adatte, a
giudizio della Direzione dei Lavori, per la formazione dei rilevati.

Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti
ovunque l'Appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla
Direzione dei Lavori.
Per rilevati e rinterri da addossarsi alle murature, si dovranno sempre impiegare materie sciolte, o ghiaiose,
restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con
l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte. Sono da preferire le terre a grana
media o grossa. Le terre a grana fine possono essere impiegate per opere di modesta importanza e
quando non sia possibile reperire materiali migliori. Si possono adoperare anche materiali ottenuti dalla
frantumazione di rocce.
Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la
loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie
bene sminuzzate con la maggiore 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.
Il coefficiente di sicurezza riferito alla stabilità del sistema manufatto - terreno di fondazione non deve
risultare inferiore a 1,3.
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 dell'opera per essere riprese poi al
momento della formazione dei suddetti rinterri.

Per tali movimenti di materie dovrà sempre provvedersi alla pilonatura delle materie stesse, da farsi secondo
le prescrizioni che verranno indicate dalla Direzione dei Lavori.
È vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.
Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza
delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'Appaltatore.
È obbligo dell'Appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione,
quelle maggiori dimensioni richieste dall'assestamento delle terre, affinché all'epoca del collaudo i rilevati
eseguiti abbiano dimensioni non inferiori a quelle ordinate.
L'Appaltatore dovrà consegnare i rilevati con scarpate regolari e spianate, con i cigli bene allineati e profilati
e compiendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo, gli occorrenti ricarichi o
tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate e l'espurgo dei fossi.
La superficie del terreno sulla quale dovranno elevarsi i terrapieni, sarà previamente scoticata, ove occorra,
e se inclinata sarà tagliata a gradoni con leggera pendenza verso il monte.

Art. 26 - Fondazioni continue

1. Le fondazioni continue possono essere di tre tipologie:
– *fondazioni continue in pietrame o in calcestruzzo*;
– *fondazioni a plinto*;
– *fondazioni a platea*.

2. Si ricorrerà a fondazioni continue in pietrame o in calcestruzzo nel caso in cui il terreno idoneo alla
fondazione si trovi ad una profondità non superiore a 1,0 m. In tal caso si procede, in genere, ad una gettata
di calcestruzzo di calce idraulica o di cemento, oppure con murature di pietrame e malta di calce
idraulica o di cemento, oppure con muratura di pietrame e malta di calce idraulica. Le gettate di calcestruzzo,
se a mano, devono essere eseguite stendendo lo smalto a strati orizzontali di spessore di circa 10
cm. Una volta effettuata detta operazione, gli strati devono essere sottoposti ad una pressione tale da far
emergere in superficie il latte della calce o del cemento. È fondamentale che al termine di detti procedimenti,
le particelle risultino tutte perfettamente assestate. Si procede in modo analogo anche nel caso di
utilizzo di un'autobetoniera.

3. In caso di terreno poco resistente, per allargare la base d'appoggio, anziché approfondire lo scavo, lo si
può allargare con una piastra su plinti isolati disposti in corrispondenza dei fulcri portanti. La superficie di
ciascun plinto deve essere tale da corrispondere alla capacità di resistenza del terreno in relazione al carico
gravante.

4. In caso di terreno poco resistente o di costruzioni antisismiche, per allargare la base d'appoggio, anziché
approfondire lo scavo, lo si può allargare con una piastra anche continua. Detta piastra, indicata con il
nome di platea, occupa generalmente tutta la superficie fabbricata e si comporta come una piastra in cemento
armato nel senso che:
– distribuisce il carico su una grande superficie di terreno in modo da gravitarlo unitariamente in misura
limitata;
– rende l'intera struttura solidale sia nelle pareti sia, nell'insieme, con il fondo.

Art. - Fondazioni su pali

Art. - Paratie e diaframmi

Art. - Fondazioni a pozzo

Art.27 - Demolizioni e rimozioni

Prima dell'inizio dei lavori di demolizione è obbligatorio procedere alla verifica delle condizioni di conservazione
e stabilità delle strutture da demolire. In funzione del risultato dell'indagine si procederà poi
all'esecuzione delle opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie ad evitare crolli improvvisi durante
la demolizione.
Le demolizioni di murature, calcestruzzi, ecc…, sia parziali che complete, devono essere eseguite con
cautela dall'alto verso il basso e con le necessarie precauzioni, in modo tale da prevenire qualsiasi infortunio
agli addetti al lavoro, non danneggiare le residue murature ed evitare incomodi o disturbo.
È assolutamente vietato gettare dall'alto materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati
in basso tramite opportuni canali il cui estremo inferiore non deve risultare a distanza superiore ai 2 m dal
piano raccolta.
È assolutamente vietato sollevare polvere, per cui tanto le murature quanto i materiali di risulta dovranno
essere opportunamente bagnati.
Durante le demolizioni e le rimozioni l'Appaltatore dovrà provvedere alle puntellature eventualmente necessarie
per sostenere le parti che devono permanere e dovrà procedere in modo da non deteriorare i materiali
risultanti, i quali devono potersi ancora impiegare nei limiti concordati con la Direzione dei Lavori,
sotto pena di rivalsa di danni a favore della stazione appaltante.
Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, devono essere opportunamente
puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione
stessa, usando cautele per non danneggiarli, sia nella pulizia sia nel trasporto sia nell'assestamento, e
per evitarne la dispersione.
Detti materiali restano tutti di proprietà della stazione appaltante, la quale potrà ordinare all'Appaltatore
di impiegarli in tutto od in parte nei lavori appaltati, ai sensi dell'art. 36 del vigente Cap. Gen. n. 145/00,
con i prezzi indicati nell'elenco del presente Capitolato.
I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono essere sempre trasportati
dall'Appaltatore fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche.
Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di
puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, le parti
indebitamente demolite saranno ricostruite e rimesse in ripristino a cura e spese dell'Appaltatore, senza
alcun compenso.

B) Strutture di Murature, Calcestruzzo, Acciaio, Legno

Art. - Opere e strutture di muratura

Art. - Costruzione delle volte

Art. 28 - Murature e riempimenti in pietrame a secco - Vespai

È possibile distinguere:
a) Murature in pietrame a secco
Dovranno essere eseguite con pietre lavorate in modo da avere forma il più possibile regolare, restando
assolutamente escluse quelle di forma rotonda, le pietre saranno collocate in opera in modo che si colleghino
perfettamente fra loro, scegliendo per i paramenti quelle di maggiori dimensioni, non inferiori a 20
cm di lato, e le più adatte per il miglior combaciamento, onde supplire così colla accuratezza della costruzione
alla mancanza di malta. Si eviterà sempre la ricorrenza delle commessure verticali.
Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie soltanto per appianare i corsi e riempire gli interstizi
tra pietra e pietra.
La muratura in pietrame a secco per muri di sostegno in controriva o comunque isolati sarà sempre coronata
da uno strato di muratura in malta di altezza non minore di 30 cm; a richiesta della Direzione dei Lavori
vi si dovranno eseguire anche regolari fori di drenaggio, regolarmente disposti, anche su più ordini,
per lo scolo delle acque.
b) Riempimenti in pietrame a secco (per drenaggi, fognature, banchettoni di consolidamento e simili)
Dovranno essere formati con pietrame da collocarsi in opera a mano su terreno ben costipato, al fine di
evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori.
Per drenaggi o fognature si dovranno scegliere le pietre più grosse e regolari e possibilmente a forma di
lastroni quelle da impiegare nella copertura dei sottostanti pozzetti o cunicoli; oppure infine negli strati

inferiori il pietrame di maggiore dimensione, impiegando nell'ultimo strato superiore pietrame minuto,
ghiaia o anche pietrisco per impedire alle terre sovrastanti di penetrare e scendere otturando così gli interstizi
tra le pietre. Sull'ultimo strato di pietrisco si dovranno pigiare convenientemente le terre, con le quali
dovrà completarsi il riempimento dei cavi aperti per la costruzione di fognature e drenaggi.
c) Vespai e intercapedini
Nei locali in genere i cui pavimenti verrebbero a trovarsi in contatto con il terreno naturale potranno essere
ordinati vespai in pietrame o intercapedini in laterizio. In ogni caso il terreno di sostegno di tali opere
dovrà essere debitamente spianato, bagnato e ben battuto per evitare qualsiasi cedimento.
Per i vespai in pietrame si dovrà formare anzitutto in ciascun ambiente una rete di cunicoli di ventilazione,
costituita da canaletti paralleli aventi interasse massimo di 1,50 m; questi dovranno correre anche lungo
tutte le pareti ed essere comunicanti tra loro. Detti canali dovranno avere sezione non minore di 15 cm
x 20 cm di altezza ed un sufficiente sbocco all'aperto, in modo da assicurare il ricambio dell'aria.
Ricoperti tali canali con adatto pietrame di forma pianeggiante, si completerà il sottofondo riempiendo le
zone rimaste fra cunicolo e cunicolo con pietrame in grossi scheggioni disposti coll'asse maggiore verticale
ed in contrasto fra loro, intasando i grossi vuoti con scaglie di pietra e spargendo infine uno strato di
ghiaietto di conveniente grossezza sino al piano prescritto.
Le intercapedini, a sostituzione di vespai, potranno essere costituite da un piano di tavelloni murati in
malta idraulica fina e poggianti su muretti in pietrame o mattoni, ovvero da voltine di mattoni, ecc.

Art. 29 - Opere e strutture di calcestruzzo

1. *Impasti di conglomerato cementizio*
Gli impasti di conglomerato cementizio dovranno essere eseguiti in conformità con quanto previsto nel
DM 14 gennaio 2008 all'art. 11.2.9.
La distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere
adeguati alla particolare destinazione del getto ed al procedimento di posa in opera del conglomerato.
Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato
tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.
Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua - cemento, e quindi il dosaggio del cemento, dovrà
essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato.
L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.
L'impasto deve essere effettuato con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità
atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto.

2. *Controlli sul conglomerato cementizio*
I controlli sul conglomerato saranno eseguiti secondo le prescrizioni di cui agli articoli 11.2.2, 11.2.3,
11.2.4, 11.2.5, 11.2.6 e 11.2.7 del DM 14 gennaio 2008 ed avranno lo scopo di accertare che il conglomerato
abbia una resistenza caratteristica a compressione non inferiore a quella richiesta dal progetto.
Il controllo di qualità del conglomerato si articola nelle seguenti fasi: studio preliminare di qualificazione,
controllo di accettazione, prove complementari. Il prelievo dei campioni necessari avviene, al momento
della posa in opera ed alla presenza del Direttore dei Lavori o di persona di sua fiducia. Il calcestruzzo
necessario per la confezione di un gruppo di due provini deve essere prelevato dagli impasti, al momento
della posa in opera e alla presenza del Direttore dei Lavori o di persona di sua fiducia.

3. *Norme di esecuzione per il cemento armato normale*
Per l'esecuzione di opere in cemento armato normale, è ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili
qualificati secondo le procedure di cui all'art. 11.3.1.2 del DM 14 gennaio 2008.
L'appaltatore deve inoltre attenersi alle prescrizioni contenute all'art. 11.3.2 del summenzionato decreto.
a) Gli impasti devono essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei
componenti o di prematuro inizio della presa al momento del getto. Il getto deve essere convenientemente
compattato e la relativa superficie deve essere mantenuta umida per almeno tre giorni.
Non si deve mettere in opera il conglomerato a temperature minori di 0 °C, salvo il ricorso ad opportune
cautele.
b) Le giunzioni delle barre in zona tesa, quando non evitabili, devono essere realizzate possibilmente nelle
regioni di minor sollecitazione, in ogni caso devono essere opportunamente sfalsate. Le giunzioni di
cui sopra possono effettuarsi mediante:
– saldature eseguite in conformità delle norme in vigore sulle saldature;
– manicotto filettato;
– sovrapposizione calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso la lunghezza
di sovrapposizione in retto deve essere non minore di 20 volte il diametro e la prosecuzione di
ciascuna barra deve essere deviata verso la zona compromessa. La distanza mutua (interferro) nella
sovrapposizione non deve superare 6 volte il diametro.
c) Le barre piegate devono presentare, nelle piegature, un raccordo circolare di raggio non minore di 6
volte il diametro. Per barre di acciaio incrudito a freddo le piegature non possono essere effettuate a
caldo.
d) La superficie dell'armatura resistente deve distare dalle facce esterne del conglomerato di almeno 0,8
cm nel caso di solette, setti e pareti, e di almeno 2 cm nel caso di travi e pilastri. Tali misure devono
essere aumentate, e al massimo rispettivamente portate a 2 cm per le solette ed a 4 cm per le travi ed i
pilastri, in presenza di salsedine marina ed altri agenti aggressivi. Copriferri maggiori richiedono opportuni
provvedimenti intesi ad evitare il distacco (per esempio reti).
Le superfici delle barre devono essere mutuamente distanziate in ogni direzione di almeno una volta il
diametro delle barre medesime e, in ogni caso, non meno di 2 cm.
Si potrà derogare a quanto sopra raggruppando le barre a coppie ed aumentando la mutua distanza minima
tra le coppie ad almeno 4 cm.
Per le barre di sezione non circolare si deve considerare il diametro del cerchio circoscritto.
e) Il disarmo deve avvenire per gradi ed in modo da evitare azioni dinamiche. Esso non deve inoltre avvenire
prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione
all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e
costruttive; la decisione è lasciata al giudizio del Direttore dei lavori.
70

4. *Norme di esecuzione per il cemento armato precompresso*
Nell'esecuzione delle opere di cemento armato precompresso è ammesso esclusivamente l'impiego di
acciai qualificati secondo le procedure di cui all'art. 11.3.1.2 del DM 14 gennaio 2008.
L'appaltatore deve inoltre attenersi alle prescrizioni contenute all'art. 11.3.3 del summenzionato decreto.
a) Il getto deve essere costipato per mezzo di vibratori ad ago od a lamina, ovvero con vibratori esterni,
facendo particolare attenzione a non deteriorare le guaine dei cavi
b) Le superfici esterne dei cavi post-tesi devono distare dalla superficie del conglomerato non meno di
25 mm nei casi normali, e non meno di 35 mm in caso di strutture site all'esterno o in ambiente aggressivo.
Il ricoprimento delle armature pre-tese non deve essere inferiore a 15 mm o al diametro massimo
dell'inerte impiegato, e non meno di 25 mm in caso di strutture site all'esterno o in ambiente
aggressivo.
c) Dietro gli apparecchi di ancoraggio deve disporsi un'armatura tridirezionale atta ad assorbire, con largo

margine, gli sforzi di trazione e di taglio derivanti dalla diffusione delle forze concentrate, ivi comprese
le eventuali reazioni vincolari.
d) Nel corso dell'operazione di posa si deve evitare, con particolare cura, di danneggiare l'acciaio con
intagli, pieghe, etc…
e) Si deve altresì prendere ogni precauzione per evitare che i fili subiscano danni di corrosione sia nei
depositi di approvvigionamento sia in opera, fino alla ultimazione della struttura. All'atto della messa
in tiro si debbono misurare contemporaneamente lo sforzo applicato e l'allungamento conseguito; i
due dati debbono essere confrontati tenendo presente la forma del diagramma sforzi allungamenti a
scopo di controllo delle perdite per attrito.
L'esecuzione delle guaine, le caratteristiche della malta, le modalità delle iniezioni devono egualmente
rispettare le suddette norme.
5. *Responsabilità per le opere in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso*
Nell'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso l'appaltatore deve attenersi strettamente
a tutte le disposizioni contenute nelle leggi n. 1086/71 e n. 64/1974, , così come riunite nel Testo
Unico per l'Edilizia di cui al DPR 6 giugno 2001, n. 380, e nell'art. 5 del DL 28 maggio 2004, n. 136,
convertito in legge, con modificazioni, dall'art. 1 della legge 27 luglio 2004, n. 186 e ss. mm. ii.
Per le costruzioni ricadenti in zone dichiarate sismiche si dovrà fare riferimento alla normativa vigente e
in particolare alle specifiche indicate nel summenzionato decreto ai capitoli 7 e 11.9 nonché negli allegati
A e B dello stesso.
L'esame e verifica da parte della Direzione dei Lavori dei progetti delle varie strutture in cemento armato
non esonera in alcun modo l'appaltatore e il progettista delle strutture dalle responsabilità loro derivanti
per legge e per le precise pattuizioni del contratto.

Art. - Strutture prefabbricate di calcestruzzo armato e precompresso

Art. - Solai

Art. 30 - Strutture in legno

1. Le strutture lignee considerate sono quelle che assolvano una funzione di sostenimento e che coinvolgono
la sicurezza delle persone, siano esse realizzate in legno massiccio (segato, squadrato o tondo) e/o
legno lamellare (incollato) e/o pannelli derivati dal legno, assemblati mediante incollaggio o elementi di
collegamento meccanici. Per la progettazione di tutte le strutture in legno sopra elencate si applicano le
prescrizioni di cui alla norma UNI EN 1995-1-1 (2009) "Eurocodice 5. Progettazione delle strutture in
legno".
A seconda dei tipi di prodotti, ai materiali e prodotti a base di legno per uso strutturale si applicano, i punti
A oppure C dell'art. 11.1 del DM 14 gennaio 2008. Negli altri casi si applicano, al produttore e al fornitore
per quanto di sua competenza, le prescrizioni di cui all'art. 11.7.10.
I produttori di sistemi strutturali con struttura in legno, per i quali siano già disponibili Linee Guida
ETAG, dovranno adeguarsi a quanto prescritto al punto C del summenzionato art. 11.1.
71
La produzione, fornitura e utilizzazione dei prodotti di legno e dei prodotti a base di legno per uso strutturale
devono avvenire in applicazione di un sistema di assicurazione della qualità e di un sistema di rintracciabilità
che copra la catena di distribuzione dal momento della prima classificazione e marcatura dei
singoli componenti e/o semilavorati almeno fino al momento della prima messa in opera.
Oltre che dalla documentazione indicata al pertinente punto del summenzionato art.11.1, ovvero nell'art.
11.7.10, ogni fornitura deve essere accompagnata, a cura del produttore, da un manuale contenente le
specifiche tecniche per la posa in opera.
Il Direttore dei Lavori è tenuto a rifiutare le eventuali forniture non conformi a quanto sopra prescritto.

2. Le strutture in legno potranno essere realizzate con i seguenti componenti:
LEGNO MASSICCIO
Gli elementi strutturali di legno massiccio a sezione rettangolare devono risultare conformi alla norma
europea armonizzata UNI EN 14081 e, secondo quanto specificato al punto A dell'art. 11.1 del DM 14
gennaio 2008, recare la Marcatura CE.
Qualora non sia applicabile la marcatura CE, i produttori di elementi di legno massiccio per uso strutturale,
secondo quanto specificato al punto B del summenzionato art. 11.1, devono essere qualificati così come
specificato all'art. 11.7.10 del richiamato decreto.
Il legno massiccio per uso strutturale è un prodotto naturale, selezionato e classificato in dimensioni d'uso
secondo la resistenza, elemento per elemento, sulla base delle normative applicabili.
I criteri di classificazione garantiscono all'elemento prestazioni meccaniche minime statisticamente determinate,
senza necessità di ulteriori prove sperimentali e verifiche, definendone il profilo resistente, che
raggruppa le proprietà fisico-meccaniche, necessarie per la progettazione strutturale.
La classificazione può avvenire assegnando all'elemento una Categoria, definita in relazione alla qualità
dell'elemento stesso con riferimento alla specie legnosa e alla provenienza geografica, sulla base di specifiche
prescrizioni normative. Al legname appartenente a una determinata categoria, specie e provenienza,
può essere assegnato uno specifico profilo resistente, utilizzando le regole di classificazione previste base
nelle normative applicabili.
La Classe di Resistenza di un elemento è definita mediante uno specifico profilo resistente unificato, a tal
fine può farsi utile riferimento alle norme UNI EN 338:2009 ed UNI EN 1912:2010, per legno di provenienza
estera, ed UNI 11035:2010 parti 1 e 2 per legno di provenienza italiana.
A ogni tipo di legno può essere assegnata una classe di resistenza se i suoi valori caratteristici di resistenza,
valori di modulo elastico e valore caratteristico di massa volumica, risultano non inferiori ai valori
corrispondenti a quella classe.
In generale è possibile definire il profilo resistente di un elemento strutturale anche sulla base dei risultati
documentati di prove sperimentali, in conformità a quanto disposto nella UNI EN 384-2010.
Le prove sperimentali per la determinazione di, resistenza a flessione e modulo elastico devono essere
eseguite in maniera da produrre gli stessi tipi di effetti delle azioni alle quali il materiale sarà presumibilmente
soggetto nella struttura.
Per tipi di legno non inclusi in normative vigenti (emanate da CEN o da UNI), e per i quali sono disponibili
dati ricavati su campioni "piccoli e netti", è ammissibile la determinazione dei parametri di cui sopra
sulla base di confronti con specie legnose incluse in normative di dimostrata validità.
Il legno dovrà essere classificato in base alla resistenza meccanica e alla rigidezza; dette proprietà devono
avere valori affidabili. I criteri di valutazione dovranno basarsi sull'esame a vista dei difetti del legno e
sulla misura non distruttiva di una o più caratteristiche (vedi ad es. norma UNI EN 14081-1/2/3-2006 e
UNI 14081-4-2009 "Legno strutturale con sezione rettangolare classificato secondo la resistenza.
I valori di resistenza e di rigidezza devono, ove possibile, essere determinati mediante la norma vigente
(UNI EN 408 – 2004 "Strutture di legno. Legno massiccio e legno lamellare incollato. Determinazione di
alcune proprietà fisiche e meccaniche"). Per la prova dovrà essere prelevato un campione rappresentativo
ed i provini da sottoporre a prova, ricavati dal campione, dovranno contenere un difetto riduttore di resistenza
e determinante per la classificazione. Nelle prove per determinare la resistenza a flessione, il tratto
a momento costante deve contenere un difetto riduttore di resistenza e determinante per la classificazione,

e la sezione resistente sottoposta a trazione deve essere scelta a caso.
LEGNO CON GIUNTI A DITA
Fatta eccezione per l'uso negli elementi strutturali principali, nei quali il cedimento di un singolo giunto
potrebbe portare al collasso di parti essenziali della struttura, si può usare legno di conifera con giunti a
dita (massa volumica 300 - 400 - 500 kg/m²) a condizione che:
– il profilo del giunto a dita e l'impianto di assemblaggio siano idonei a raggiungere la resistenza richiesta;
– i giunti siano eseguiti secondo regole e controlli accettabili (per esempio corrispondenti alla norma
raccomandata ECE-1982 «Recommended standard for finger - jointing of coniferous sawn timber»
oppure documento del CEN/TC 124 «Finger jointed structural timber»).
Se ogni giunto a dita è cimentato sino alla resistenza a trazione caratteristica, è consentito usare il legno
con giunti a dita anche nelle membrature principali.
L'idoneità dei giunti a dita di altre specie legnose (cioè non di conifere) deve essere determinata in conformità
ai requisiti delle norme UNI EN 385 ed UNI EN 387 ed integrata quando necessario da prove
supplementari per la trazione parallela alla fibratura.
Per l'adesivo si deve ottenere assicurazione da parte del fabbricante circa l'idoneità e la durabilità
dell'adesivo stesso per le specie impiegate e le condizioni di esposizione.
LEGNO LAMELLARE INCOLLATO
Gli elementi strutturali di legno lamellare incollato debbono essere conformi alla norma europea armonizzata
UNI EN 14080 "Strutture di legno - Legno lamellare incollato – Requisiti".
I produttori di elementi di legno lamellare per uso strutturale, per cui non è ancora obbligatoria la procedura
della marcatura CE ai sensi del DPR 246/93, per i quali si applica il caso B di cui all'art. 11.1 del
DM 14 gennaio 2008, devono essere qualificati così come specificato all'art. 11.7.10 dello stesso decreto.
Il legno lamellare incollato è classificato, in base alla resistenza, secondo la norma UNI EN 1194 "Strutture
di legno - Legno lamellare incollato - Classi di resistenza e determinazione dei valori caratteristici".
La fabbricazione ed i materiali devono essere di qualità tale che gli incollaggi mantengano l'integrità e la
resistenza richieste per tutta la vita prevista della struttura.
Per quanto concerne le dimensioni, gli scostamenti ammissibili sono fissati dalla norma UNI EN 390.
Per gli adesivi vale quanto detto nel punto successivo apposito.
Per il controllo della qualità e della costanza della produzione si dovranno eseguire le seguenti prove:
– di delaminazione (norma UNI 391);
– di resistenza a taglio delle superfici di incollaggio (norma UNI 392);
– di controllo degli elementi;
– laminati verticalmente;
– controllo delle sezioni giuntate.
La determinazione della resistenza a taglio e delle proprietà meccaniche perpendicolari alla fibratura e di
altre proprietà fisiche e meccaniche saranno effettuate secondo le prescrizioni di cui alla norma UNI EN
408.
PANNELLI A BASE DI LEGNO
I pannelli a base di legno per uso strutturale sono identificati e qualificati secondo quanto previsto al punto
A dell'art. 11.1 del DM 14 gennaio 2008 e devono essere conformi alla norma europea armonizzata
UNI EN 13986.
Per la valutazione dei valori caratteristici di resistenza e rigidezza da utilizzare nella progettazione di
strutture che incorporano pannelli a base di legno, si può fare riferimento alle norme UNI EN 12369-
1:2002 e UNI EN 12369-2:2005.
ALTRI PANNELLI DERIVATI DAL LEGNO
Gli altri prodotti derivati dal legno per uso strutturale per i quali non è vigente una norma armonizzata di
cui al punto A dell'art. 11.1 del DM 14 gennaio 2008 o non è applicabile quanto specificato al punto C
del medesimo art. 11.1 devono essere qualificati così come specificato all'art. 11.7.10 del summenzionato
decreto (Procedure di qualificazione e accettazione).

3. Gli adesivi da impiegare per realizzare elementi di legno per usi strutturali devono consentire la realizzazione
di incollaggi con caratteristiche di resistenza e durabilità tali che il collegamento si mantenga per
tutta la vita della struttura (norma UNI EN 301 e norma UNI EN 302).
Esempi di adesivi idonei sono forniti nel Prospetto 1, nel quale sono descritte due categorie di condizioni
di esposizione: ad alto rischio ed a basso rischio.
Prospetto 1 - *Tipi di adesivi idonei*

CATEGORIA D'ESPOSIZIONE ESEMPI CONDIZIONI DI ESPOSIZIONE TIPICHE DI ADESIVI	
Ad alto rischio	
– Esposizione diretta alle intemperie, per esempio strutture marine e strut-	RF
ture all'esterno nelle quali l'incollaggio è esposto agli elementi (per tali	PF
condizioni di esposizione si sconsiglia l'uso di strutture incollate diverse	PF/RF
dal legno lamellare incollato).	
– Edifici con condizioni caldo - umide, dove l'umidità del legno è superiore	
al 18% e la temperatura degli incollaggi può superare i 50 °C, per esempio	
lavanderie, piscine e sottotetti non ventilati.	
– Ambienti inquinati chimicamente, per esempio stabilimenti chimici e di tintoria.	
– Muri esterni a parete semplice con rivestimento protettivo.	
A basso rischio	
– Strutture esterne protette dal sole e dalla pioggia, coperture di tettoie aper-	RF
te e porticati.	PF
– Strutture provvisorie come le casseforme per calcestruzzo.	PF/RF
– Edifici riscaldati ed aerati nei quali la umidità del legno non superi il 18%	
e la temperatura dell'incollaggio rimanga al di sotto di 50 °C, per esempio	MF/UF
interni di case, sale di riunione o di spettacolo, chiese ed altri edifici.	UF

dove: RF: Resorcinolo – formaldeide PF: Fenolo - formaldeide.
PF/RF: Fenolo/ resorcinolo - formaldeide. MF/UF: Melamina / urea - formaldeide.
UF: Urea - formaldeide e UF modificato
4. Per gli elementi di collegamento meccanici usati comunemente quali: chiodi, bulloni, perni e viti, la
capacità portante caratteristica e la deformazione caratteristica dei collegamenti devono essere determinate
sulla base di prove condotte in conformità alle normative vigenti.
Si deve tenere, altresì, conto dell'influenza del ritiro per essiccazione dopo la fabbricazione e delle variazioni
del contenuto di umidità in esercizio (vedere prospetto 2).
Prospetto 2 - *Protezione anticorrosione minima per le parti di acciaio, descritta secondo la norma UNI ISO 2081*

CLASSE DI UMIDITÀ	**TRATTAMENTO**
1	nessuno (1)
2	Fe/Zn 12c
3	Fe/Zn 25c (2)

(1) Minimo per le graffe: Fe/Zn 12c.
(2) In condizioni severe: Fe/Zn 40c o rivestimento di zinco per immersione a caldo.
74
• Classe di umidità 1: è caratterizzata da un contenuto di umidità nei materiali corrispondente ad una
temperatura di 20 ± 2 °C e ad una umidità relativa nell'aria circostante che supera il 65% soltanto per
alcune settimane all'anno. Nella classe di umidità 1 l'umidità media di equilibrio per la maggior parte
delle conifere non supera il 12%.
• Classe di umidità 2: questa classe di umidità è caratterizzata da un contenuto di umidità nei materiali
corrispondente ad una temperatura di 20 ± 2 °C e ad una umidità relativa dell'aria circostante che supera
l'80% soltanto per alcune settimane all'anno. Nella classe di umidità 2 l'umidità media di equilibrio
per la maggior parte delle conifere non supera il 18%.
• Classe di umidità 3: condizioni climatiche che danno luogo a contenuti di umidità più elevati.
Si presuppone che altri dispositivi di collegamento eventualmente impiegati siano stati provati in maniera
corretta completa e comprovata da idonei certificati.

5. Le strutture di legno devono essere costruite in modo tale da conformarsi ai principi ed alle considerazioni
pratiche che sono alla base della loro progettazione. I prodotti per le strutture devono essere applicati,
utilizzati o installati in modo tale da svolgere in modo adeguato le funzioni per le quali sono stati scelti
e dimensionati.
6. La qualità della fabbricazione, preparazione e messa in opera dei prodotti deve conformarsi alle prescrizioni
del progetto ed al presente capitolato.
(*le indicazioni esposte qui di seguito sono condizioni necessarie per l'applicabilità delle regole di progetto
contenute nelle normative internazionali esistenti ed in particolare per l'Eurocodice 5 di cui al comma
1*)
7. Per i pilastri e per le travi in cui può verificarsi instabilità laterale e per elementi di telai, lo scostamento
iniziale dalla rettilineità (eccentricità) misurato a metà luce, deve essere limitato a 1/450 della lunghezza
per elementi lamellari incollati e ad 1/300 della lunghezza per elementi di legno massiccio.
La maggior parte dei criteri di classificazione del legname basati sulla arcuatura dei pezzi sono inadeguati
ai fini della scelta di tali materiali a scopi strutturali; si dovrà pertanto prestare particolare attenzione alla
loro rettilineità.
Non si dovranno impiegare per usi strutturali elementi rovinati, schiacciati o danneggiati in alcun modo.
Il legno, i componenti derivati dal legno e gli elementi strutturali non dovranno essere esposti a condizioni
più severe di quelle previste per la struttura finita.
Prima della costruzione il legno dovrà essere portato ad un contenuto di umidità che sia il più vicino possibile
a quello più appropriato alle condizioni ambientali in cui si troverà nella struttura finita. Nel caso in
cui non siano considerati importanti gli effetti di un eventuale ritiro oppure nel caso in cui si sostituiscano
parti danneggiate in modo inaccettabile, è possibile accettare maggiori contenuti di umidità durante la
messa in opera, purché ci si assicuri che al legno sia comunque consentito di asciugare, fino a raggiungere
il desiderato contenuto di umidità.
8. Qualora si tiene conto della resistenza dell'incollaggio delle unioni, per il calcolo allo stato limite ultimo,
si presuppone che la fabbricazione dei giunti sia soggetta ad un controllo di qualità che assicuri che
l'affidabilità sia equivalente a quella dei materiali giuntati. La fabbricazione di componenti incollati per
uso strutturale dovrà avvenire in condizioni ambientali controllate. Qualora, invece, si tiene conto della
rigidità dei piani di incollaggio soltanto per il progetto allo stato limite di esercizio, si presuppone
l'applicazione di una ragionevole procedura di controllo di qualità che assicuri che solo una piccola percentuale
dei piani di incollaggio cederà durante la vita della struttura.
9. Per quanto concerne la miscelazione, le condizioni ambientali per l'applicazione e la presa, il contenuto
di umidità degli elementi lignei e tutti i fattori concernenti l'uso appropriato dell'adesivo, si dovranno seguire
le istruzioni dei produttori di adesivi.
10. Per gli adesivi che richiedono un periodo di maturazione dopo l'applicazione e prima di raggiungere
la completa resistenza, si dovrà evitare l'applicazione di carichi ai giunti per il tempo necessario.
11. Nelle unioni con dispositivi meccanici si dovranno limitare smussi, fessure, nodi od altri difetti in
modo tale da non ridurre la capacità portante dei giunti.
In assenza di altre specificazioni, i chiodi dovranno essere inseriti ad angolo retto rispetto alla fibratura e
fino ad una profondità tale che le superfici delle teste dei chiodi siano a livello della superficie del legno.
La chiodatura incrociata dovrà essere effettuata con una distanza minima della testa del chiodo dal bordo
caricato che dovrà essere almeno 10 d, essendo d il diametro del chiodo.
I fori per i bulloni possono avere un diametro massimo aumentato di 1 mm rispetto a quello del bullone
stesso. Sotto la testa e il dado si dovranno usare rondelle con il lato o il diametro di almeno 3 d e spessore
di almeno 0,3 d (essendo d il diametro del bullone).
Le rondelle dovranno appoggiare sul legno per tutta la loro superficie.
Bulloni e viti dovranno essere stretti in modo tale che gli elementi siano ben serrati e se necessario dovranno
essere stretti ulteriormente quando il legno abbia raggiunto il suo contenuto di umidità di equilibrio.
Il diametro minimo degli spinotti è 8 mm. Le tolleranze sul diametro dei perni sono di – 0,1 mm e i fori
predisposti negli elementi di legno non dovranno avere un diametro superiore a quello dei perni.
Al centro di ciascun connettore dovranno essere disposti un bullone od una vite. I connettori dovranno
essere inseriti a forza nei relativi alloggiamenti.
Quando si usano connettori a piastra dentata, i denti dovranno essere pressati fino al completo inserimento
nel legno. L'operazione di pressatura dovrà essere normalmente effettuata con speciali presse o con
speciali bulloni di serraggio aventi rondelle sufficientemente grandi e rigide da evitare che il legno subisca
danni.
Se il bullone resta quello usato per la pressatura, si dovrà controllare attentamente che esso non abbia subito
danni durante il serraggio. In questo caso la rondella dovrà avere almeno la stessa dimensione del
connettore e lo spessore dovrà essere almeno 0,1 volte il diametro o la lunghezza del lato.
I fori per le viti dovranno essere preparati come segue:
a) il foro guida per il gambo dovrà avere lo stesso diametro del gambo e profondità pari alla lunghezza
del gambo non filettato;
b) il foro guida per la porzione filettata dovrà avere un diametro pari a circa il 50% del diametro del
gambo;
c) le viti dovranno essere avvitate, non spinte a martellate, nei fori predisposti.
12. Si dovranno evitare stati di sovrasollecitazione negli elementi durante l'immagazzinamento, il trasporto
e la messa in opera. Nel caso per esempio di telai ad arco, telai a portale, etc... si dovranno accuratamente
evitare distorsioni nel sollevamento dalla posizione orizzontale a quella verticale.
L'assemblaggio dei vari componenti dovrà quindi essere effettuato in modo tale che non si verifichino
tensioni non volute e si dovranno in ogni caso sostituire eventuali elementi deformati e fessurati o malamente
inseriti nei giunti. Se la struttura è caricata o sostenuta in modo diverso da come sarà nell'opera
finita, si dovrà dimostrare che questa è accettabile anche considerando che tali carichi possono avere effetti
dinamici.
13. Il Direttore dei lavori dovrà accertarsi che siano state effettuate verifiche di:
– controllo sul progetto;
– controllo sulla produzione e sull'esecuzione fuori e dentro il cantiere;
– controllo sulla struttura dopo il suo completamento.
Il controllo sul progetto dovrà comprendere una verifica dei requisiti e delle condizioni assunte per il progetto.
Il controllo sulla produzione e sull'esecuzione dovrà comprendere documenti comprovanti:
– ..... le prove preliminari, per esempio prove sull'adeguatezza dei materiali e dei metodi produttivi;
– controllo dei materiali e loro identificazione, per esempio:
• per il legno ed i materiali derivati dal legno: specie legnosa, classe, marchiatura, trattamenti e contenuto
di umidità
• per le costruzioni incollate: tipo di adesivo, procedimento produttivo, qualità dell'incollaggio
• per i connettori: tipo, protezione anticorrosione
– trasporto, luogo di immagazzinamento e trattamento dei materiali;
– controllo sulla esattezza delle dimensioni e della geometria;
– controllo sull'assemblaggio e sulla messa in opera;
– controllo sui particolari strutturali, per esempio:
• numero dei chiodi, bulloni ecc.
• dimensioni dei fori, corretta perforatura
• interassi o distanze rispetto alla testata od ai bordi, fessurazioni

– controllo finale sul risultato del processo produttivo, per esempio attraverso un'ispezione visuale e
prove di carico.
Un programma di controlli dovrà specificare i tipi di controllo da effettuare durante l'esercizio ove non
sia adeguatamente assicurato sul lungo periodo il rispetto dei presupposti fondamentali del progetto.
14. Tutti i documenti più significativi e le informazioni necessarie per l'utilizzo in esercizio e per la manutenzione
della struttura dovranno essere raccolti dalla Direzione dei Lavori in apposito fascicolo e messi
poi a disposizione della persona che assume la responsabilità della gestione dell'edificio.
C) Coperture, pareti, pavimenti e rivestimenti
Art. - Esecuzione coperture continue (piane)
Art. 31 - Esecuzione coperture discontinue (a falda)
1. Per coperture discontinue (a falda) s'intendono quelle in cui l'elemento di tenuta all'acqua assicura la
sua funzione solo per valori della pendenza maggiori di un minimo, che dipende prevalentemente dal materiale
e dalla conformazione dei prodotti. L'affidabilità di una copertura dipende da quella dei singoli
strati o elementi; fondamentale importanza riveste la realizzazione dell'elemento di tenuta, disciplinata
dalla norma UNI 9308-1 ("Coperture discontinue. Istruzioni per la progettazione. Elemento di tenuta").
Le coperture discontinue si intendono convenzionalmente suddivise nelle seguenti categorie:
– coperture senza elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza;
– coperture con elemento termoisolante, con strato di ventilazione oppure senza.
2. Salvo il caso in cui non sia diversamente previsto negli altri documenti progettuali (o nel caso in cui
questi non siano sufficientemente dettagliati), ciascuna delle categorie sopracitate sarà composta dagli
strati funzionali13 di seguito indicati (definiti secondo la norma UNI 8178):
a) copertura non termoisolata e non ventilata:
– elemento portante con funzione di sopportare i carichi permanenti ed i sovraccarichi della copertura;
– strato di pendenza con funzione di portare la pendenza al valore richiesto (questa funzione è sempre
integrata in altri strati);
– elemento di supporto con funzione di sostenere gli strati ad esso appoggiati (e di trasmettere la forza
all'elemento portante);
– elemento di tenuta con funzione di conferire alle coperture una prefissata impermeabilità all'acqua
meteorica e di resistere alle azioni meccaniche fisiche e chimiche indotte dall'ambiente esterno e
dall'uso.
b) copertura non termoisolata e ventilata:
– strato di ventilazione con funzione di contribuire al controllo delle caratteristiche igrotermiche attraverso
ricambi d'aria naturali o forzati;
– strato di pendenza (sempre integrato);
– elemento portante;
13 Nelle soluzioni costruttive uno strato può assolvere ad una o più funzioni.

– l'elemento di supporto;
– l'elemento di tenuta.
c) copertura termoisolata e non ventilata:
– elemento termoisolante con funzione di portare al valore richiesto la resistenza termica globale della
copertura;
– strato di pendenza (sempre integrato);
– elemento portante;
– strato di schermo al vapore o barriera al vapore con funzione di impedire (schermo) o di ridurre
(barriera) il passaggio del vapore d'acqua e per controllare il fenomeno della condensa;
– elemento di supporto;
– elemento di tenuta.
d) copertura termoisolata e ventilata:
– l'elemento termoisolante;
– lo strato di ventilazione;
– lo strato di pendenza (sempre integrato);
– l'elemento portante;
– l'elemento di supporto;
– l'elemento di tenuta.
La presenza di altri strati funzionali (complementari) eventualmente necessari perché dovuti alla soluzione
costruttiva scelta dovrà essere coerente con le indicazioni della UNI 8178 sia per quanto riguarda i materiali
utilizzati sia per quanto riguarda la collocazione nel sistema di copertura.
3. Per la realizzazione degli strati si utilizzeranno i materiali indicati nel progetto. Ove questi ultimi non
risultino specificati in dettaglio nel progetto o, eventualmente, a suo complemento, si rispetteranno le prescrizioni
seguenti:
a) per l'elemento portante vale quanto riportato all'art. 107 comma 3.;
b) per l'elemento termoisolante vale quanto indicato all'art. 107 comma 3;
c) per l'elemento di supporto a seconda della tecnologia costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni
già date nel presente capitolato su prodotti di legno, malte di cemento, profilati metallici, getti
di calcestruzzo, elementi preformati di base di materie plastiche. Si verificherà durante l'esecuzione
la sua rispondenza alle prescrizioni del progetto, l'adeguatezza nel trasmettere i carichi all'elemento
portante e nel sostenere lo strato sovrastante;
d) l'elemento di tenuta all'acqua sarà realizzato con i prodotti previsti dal progetto e che rispettino anche
le prescrizioni previste nell'art. 78 del presente capitolato sui prodotti per coperture discontinue; in fase
di posa si dovrà curare la corretta realizzazione dei giunti e/o le sovrapposizioni, utilizzando gli accessori
(ganci, viti, ecc.) e le modalità esecutive previste dal progetto e/o consigliate dal produttore
nella sua documentazione tecnica, ed accettate dalla Direzione dei Lavori, ivi incluse le prescrizioni
sulle condizioni ambientali (umidità, temperatura, ecc.) e di sicurezza; attenzione particolare sarà data
alla realizzazione di bordi, punti particolari e comunque ove è previsto l'uso di pezzi speciali ed il
coordinamento con opere di completamento e finitura (scossaline, gronde, colmi, camini, ecc.);
e) per lo strato di ventilazione vale quanto riportato all'art. 107 comma 3. Nel caso di coperture con tegole
posate su elemento di supporto discontinuo, inoltre, la ventilazione può essere costituita dalla
somma delle microventilazioni sottotegola;
f) lo strato di schermo al vapore o barriera al vapore sarà realizzato come indicato in all'art. 107 comma
3 lettera i).
Per gli altri strati complementari il materiale prescelto dovrà rispondere alle prescrizioni previste
nell'articolo di questo capitolato ad esso applicabile. Per la realizzazione in opera si seguiranno le indicazioni
del progetto e/o le indicazioni fornite dal produttore, ed accettate dalla Direzione dei Lavori, ivi
comprese quelle relative alle condizioni ambientali e/o precauzioni da seguire nelle fasi di cantiere.
4. Il Direttore dei lavori per la realizzazione delle coperture discontinue (a falda) opererà come segue:
a) nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi e alle procedure, verificherà via via che i
materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, almeno per
gli strati più significativi, verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto
e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato. In particolare verificherà:
– i collegamenti tra gli strati;
– la realizzazione dei giunti e/o delle sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato;
– l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito;
– per quanto applicabili verificherà con semplici metodi da cantiere le resistenze meccaniche (portate,
punzonamenti, resistenza a flessione, ecc.), la impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, la

continuità (o discontinuità) degli strati, ecc.
b) a conclusione dell'opera eseguirà prove (anche solo localizzate) per verificare la tenuta all'acqua, condizioni
di carico (frecce), resistenza ad azioni localizzate e quanto altro può essere verificato direttamente
in sito a fronte delle ipotesi di progetto. Avrà cura di far aggiornare e raccogliere i disegni
costruttivi unitamente alla descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente
quelli non visibili ad opera ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

Art.32 - Opere di impermeabilizzazione

1. Per opere di impermeabilizzazione si intendono quelle che servono a limitare (o ridurre entro valori
prefissati) il passaggio di acqua (sotto forma liquida o gassosa) attraverso una parte dell'edificio (pareti,
fondazioni, pavimenti controterra etc...) o comunque lo scambio igrometrico tra ambienti. Esse si dividono
in:
– impermeabilizzazioni costituite da strati continui (o discontinui) di prodotti;
– impermeabilizzazioni realizzate mediante la formazione di intercapedini ventilate.

2. Le impermeabilizzazioni, si intendono suddivise nelle seguenti categorie:
a) impermeabilizzazioni di coperture continue o discontinue;
b) impermeabilizzazioni di pavimentazioni;
c) impermeabilizzazioni di opere interrate;
d) impermeabilizzazioni di elementi verticali (non risalita d'acqua).

3. Per la realizzazione delle diverse categorie si utilizzeranno i materiali e le modalità indicate negli altri
documenti progettuali, ove non siano specificate in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno
le prescrizioni seguenti:
– per le impermeabilizzazioni di coperture, vedere articoli 107 e 108.
– per le impermeabilizzazioni di pavimentazioni, vedere art. 113.
– per la impermeabilizzazione di opere interrate valgono le prescrizioni seguenti:
a) per le soluzioni che adottino membrane in foglio o rotolo si sceglieranno i prodotti che per resistenza
meccanica a trazione, agli urti ed alla lacerazione meglio si prestano a sopportare l'azione del materiale
di reinterro (che comunque dovrà essere ricollocato con le dovute cautele) le resistenze predette potranno
essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da
soluzioni adeguate per ridurre entro limiti accettabili, le azioni di insetti, muffe, radici e sostanze chimiche
presenti del terreno.
Inoltre durante la realizzazione si curerà che risvolti, punti di passaggio di tubazioni, etc... siano accuratamente
eseguiti onde evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti di infiltrazione.
b) Per le soluzioni che adottano prodotti rigidi in lastre, fogli sagomati e similari (con la formazione di
interspazi per la circolazione di aria) si opererà come indicato nella precedente lettera a) circa la resistenza
meccanica. Per le soluzioni ai bordi e nei punti di attraversamento di tubi, ecc. si eseguirà con
cura la soluzione adottata in modo da non costituire punti di infiltrazione e di debole resistenza meccanica.
c) Per le soluzioni che adottano intercapedini di aria si curerà la realizzazione della parete più esterna (a
contatto con il terreno) in modo da avere continuità ed adeguata resistenza meccanica. Al fondo
dell'intercapedine si formeranno opportuni drenaggi dell'acqua che limitino il fenomeno di risalita capillare
nella parete protetta.
d) Per le soluzioni che adottano prodotti applicati fluidi od in pasta si sceglieranno quelli che possiedano
caratteristiche di impermeabilità ed anche di resistenza meccanica (urti, abrasioni, lacerazioni). Le resistenze
predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere
completate da soluzioni adeguate per ottenere valori accettabili di resistenza ad agenti biologici quali
radici, insetti, muffe, ecc. nonché di resistenza alle possibili sostanze chimiche presenti nel terreno.
Durante l'esecuzione si curerà la corretta esecuzione di risvolti e dei bordi, nonché dei punti particolari
quali passaggi di tubazioni, ecc..., in modo da evitare possibili zone di infiltrazione e/o distacco. La
preparazione del fondo, l'eventuale preparazione del prodotto (miscelazioni, ecc.) le modalità di applicazione
ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura ed umidità) e quelle di sicurezza saranno
quelle indicate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei
Lavori.
e) Per le impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua) si eseguiranno strati impermeabili
(o drenanti) che impediscano o riducano al minimo il passaggio di acqua per capillarità, ecc.
Gli strati si eseguiranno con fogli, prodotti spalmati, malte speciali, ecc. curandone la continuità e la
collocazione corretta nell'elemento. L'utilizzo di estrattori di umidità per murature, malte speciali ed
altri prodotti similari, sarà ammesso solo con prodotti di provata efficacia ed osservando scrupolosamente
le indicazioni del progetto e del produttore per la loro realizzazione.

4. Il Direttore dei lavori per la realizzazione delle opere di impermeabilizzazione opererà come segue:
a) nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi e alle procedure, verificherà via via che i
materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre almeno per gli
strati più significativi verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque
con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato. In particolare verificherà:
– i collegamenti tra gli strati;
– la realizzazione di giunti/ sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato;
– l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito.
Per quanto applicabili verificherà con semplici metodi da cantiere:
– le resistenze meccaniche (punzonamenti, resistenza a flessione, ecc...);
– la impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua;
– le continuità (o discontinuità) degli strati, ecc…
b) a conclusione dell'opera eseguirà prove (anche solo localizzate) per verificare le resistenze ad azioni
meccaniche localizzate, la interconnessione e la compatibilità con altre parti dell'edificio e con eventuali
opere di completamento. Avrà inoltre cura di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente
alle schede tecniche di prodotti ed eventuali prescrizioni per la manutenzione.

Art. - Sistemi per rivestimenti interni ed esterni

Art. - Opere di vetrazione e serramentistica

Art. - Esecuzione delle pareti esterne e partizioni interne

Art. 33 - Esecuzione delle pavimentazioni

1. Si intende per pavimentazione un sistema edilizio avente quale scopo quello di consentire o migliorare
il transito e la resistenza alle sollecitazioni in determinate condizioni di uso. Esse si intendono convenzionalmente
suddivise nelle seguenti categorie:
– pavimentazioni su strato portante;
– pavimentazioni su terreno (se la funzione di strato portante del sistema di pavimentazione è svolta del
terreno).

2. Quando non è diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente
dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie sopra citate sarà composta dai seguenti
strati funzionali14:
a) Pavimentazione su strato portante:
– lo strato portante, con la funzione di resistenza alle sollecitazioni meccaniche dovute ai carichi permanenti
o di esercizio;
– lo strato di scorrimento, con la funzione di compensare e rendere compatibili gli eventuali scorrimenti
differenziali tra strati contigui;
– lo strato ripartitore, con funzione di trasmettere allo strato portante le sollecitazioni meccaniche impresse

dai carichi esterni qualora gli strati costituenti la pavimentazione abbiano comportamenti
meccanici sensibilmente differenziati;
– lo strato di collegamento, con funzione di ancorare il rivestimento allo strato ripartitore (o portante);
– lo strato di rivestimento con compiti estetici e di resistenza alle sollecitazioni meccaniche, chimiche,
ecc.).
A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste i seguenti strati possono diventare
fondamentali:
– strato di impermeabilizzante con funzione di dare alla pavimentazione una prefissata impermeabilità
ai liquidi ed ai vapori;
– strato di isolamento termico con funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento
termico;
– strato di isolamento acustico con la funzione di portare la pavimentazione ad un prefissato isolamento
acustico;
– strato di compensazione con funzione di compensare quote, pendenze, errori di planarità ed eventualmente
di incorporare impianti (questo strato frequentemente ha anche funzione di strato di collegamento).
b) Pavimentazione su terreno:
– il terreno (suolo) con funzione di resistere alle sollecitazioni meccaniche trasmesse dalla pavimentazione;
– strato impermeabilizzante (o drenante);
– lo strato ripartitore;
– strati di compensazione e/o pendenza;
– il rivestimento.
A seconda delle condizioni di utilizzo e delle sollecitazioni previste possono essere previsti altri strati
complementari.
3. Per la pavimentazione su strato portante sarà effettuata la realizzazione degli strati utilizzando i materiali
indicati nel progetto, ove non sia specificato in dettaglio nel progetto od a suo complemento si rispetteranno
le prescrizioni seguenti:
a) Per lo strato portante, a seconda della soluzione costruttiva adottata, si farà riferimento alle prescrizioni
già date nel presente capitolato su strutture di calcestruzzo, strutture metalliche, strutture miste acciaio
e calcestruzzo, strutture di legno, ecc…
b) Per lo strato di scorrimento a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni
già date per i prodotti quali la sabbia, membrane a base sintetica o bituminosa, fogli di carta
o cartone, geotessili o pannelli di fibre, di vetro o roccia. Durante la realizzazione si curerà la continuità
dello strato, la corretta sovrapposizione, o realizzazione dei giunti e l'esecuzione dei bordi, risvolti,
ecc.
c) Per lo strato ripartitore a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni
già date per i prodotti quali calcestruzzi armati o non, malte cementizie, lastre prefabbricate di
calcestruzzo armato o non, lastre o pannelli a base di legno. Durante la realizzazione si curerà oltre alla
corretta esecuzione dello strato in quanto a continuità e spessore, la realizzazione di giunti e bordi e
dei punti di interferenza con elementi verticali o con passaggi di elementi impiantistici in modo da
evitare azioni meccaniche localizzate od incompatibilità chimico fisiche. Sarà infine curato che la superficie
finale abbia caratteristiche di planarità, rugosità, ecc. adeguate per lo strato successivo.
d) Per lo strato di collegamento a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni
già date per i prodotti quali malte, adesivi organici e/o con base cementizia e nei casi particolari
alle prescrizioni del produttore per elementi di fissaggio, meccanici od altro tipo. Durante la
realizzazione si curerà la uniforme e corretta distribuzione del prodotto con riferimento agli spessori
e/o quantità consigliate dal produttore in modo da evitare eccesso da rifiuto od insufficienza che può
provocare scarsa resistenza od adesione. Si verificherà inoltre che la posa avvenga con gli strumenti e
nelle condizioni ambientali (temperatura, umidità) e preparazione dei supporti suggeriti dal produttore.
e) Per lo strato di rivestimento a seconda della soluzione costruttiva adottata si farà riferimento alle prescrizioni
già date nell'art. 77 del presente capitolato sui prodotti per pavimentazioni. Durante la fase di
posa si curerà la corretta esecuzione degli eventuali motivi ornamentali, la posa degli elementi di
completamento e/o accessori, la corretta esecuzione dei giunti, delle zone di interferenza (bordi, elementi
verticali, ecc.) nonché le caratteristiche di planarità o comunque delle conformazioni superficiali
rispetto alle prescrizioni di progetto, nonché le condizioni ambientali di posa ed i tempi di
maturazione.
f) Per lo strato di impermeabilizzazione a seconda che abbia funzione di tenuta all'acqua, barriera o
schermo al vapore valgono le indicazioni fornite per questi strati all'art. 79 del presente capitolato sulle
coperture continue.
g) Per lo strato di isolamento termico valgono le indicazioni fornite per questo strato all'art. 79 del presente
capitolato sulle coperture piane.
h) Per lo strato di isolamento acustico a seconda della soluzione costruttiva adottatasi farà riferimento per
i prodotti alle prescrizioni già date nell'art. 87 del presente capitolato. Durante la fase di posa in opera
si curerà il rispetto delle indicazioni progettuali e comunque la continuità dello strato con la corretta
realizzazione dei giunti/sovrapposizioni, la realizzazione accurata dei risvolti ai bordi e nei punti di interferenza
con elementi verticali (nel caso di pavimento cosiddetto galleggiante i risvolti dovranno
contenere tutti gli strati sovrastanti). Sarà verificato nei casi dell'utilizzo di supporti di gomma, sughero,
ecc. il corretto posizionamento di questi elementi ed i problemi di compatibilità meccanica, chimica,
ecc., con lo strato sottostante e sovrastante.
i) Per lo strato di compensazione delle quote valgono le prescrizioni date per lo strato di collegamento
(per gli strati sottili) e/o per lo strato ripartitore (per gli spessori maggiori a 20 *mm*).
4. Per le pavimentazioni su terreno la realizzazione degli strati sarà effettuata utilizzando i materiali indicati
nel progetto, ove la stessa non sia specificata in dettaglio nel progetto o a suo complemento si rispetteranno
le prescrizioni seguenti:
a) Per lo strato costituito dal terreno si provvederà alle operazioni di asportazione dei vegetali e dello
strato contenente le loro radici o comunque ricco di sostanze organiche. Sulla base delle sue caratteristiche
di portanza, limite liquido, plasticità, massa volumica, etc... si procederà alle operazioni di costipamento
con opportuni mezzi meccanici, alla formazione di eventuale correzione e/o sostituzione
(trattamento) dello strato superiore per conferirgli adeguate caratteristiche meccaniche, di comportamento
all'acqua, ecc… In caso di dubbio o contestazioni si farà riferimento alla norma UNI 8381 e/o
alle norme CNR sulle costruzioni stradali.
b) Per lo strato impermeabilizzante o drenante si farà riferimento alle prescrizioni, già fornite per i materiali
quali sabbia, ghiaia, pietrisco, ecc…, indicate nella norma UNI 8381 per le massicciate (o alle
norme CNR sulle costruzioni stradali) ed alle norme UNI e/o CNR per i tessuti non-tessuti (geotessili).
Per l'esecuzione dello strato si adotteranno opportuni dosaggi granulometrici di sabbia, ghiaia e
pietrisco in modo da conferire allo strato resistenza meccanica, resistenza al gelo, limite di plasticità
adeguati. Per gli strati realizzati con geotessili si curerà la continuità dello strato, la sua consistenza e

14 Costruttivamente uno strato può assolvere una o più funzioni.

la corretta esecuzione dei bordi e dei punti di incontro con opere di raccolta delle acque, strutture verticali,
ecc… In caso di dubbio o contestazione si farà riferimento alla UNI 8381 e/o alle norme CNR
sulle costruzioni stradali15.

15 Questo strato assolve quasi sempre anche funzione di strato di separazione e/o scorrimento.

c) Per lo strato ripartitore dei carichi si farà riferimento alle prescrizioni contenute sia per i materiali sia
per la loro realizzazione con misti cementati, solette di calcestruzzo, conglomerati bituminosi alle prescrizioni
della UNI 8381 e/o alle norme CNR sulle costruzioni stradali. In generale si curerà la corretta
esecuzione degli spessori, la continuità degli strati, la realizzazione dei giunti dei bordi e dei punti
particolari.
d) Per lo strato di compensazione e/o pendenza valgono le indicazioni fornite per lo strato ripartitore; è
ammesso che lo stesso sia eseguito anche successivamente allo strato ripartitore, purché sia utilizzato
materiale identico o comunque compatibile e siano evitati fenomeni di incompatibilità fisica o chimica
o, comunque, scarsa aderenza dovuta ai tempi di presa, maturazione e/o alle condizioni climatiche al
momento dell'esecuzione.
e) Per lo strato di rivestimento valgono le indicazioni fornite nell'art. 77 del presente capitolato sui prodotti
per pavimentazione (conglomerati bituminosi, massetti calcestruzzo, pietre, ecc...). Durante
l'esecuzione si cureranno, a seconda della soluzione costruttiva prescritta dal progetto, le indicazioni
fornite dal progetto stesso e, in particolare, la continuità e la regolarità dello strato (planarità, deformazioni
locali, pendenze, ecc.), l'esecuzione dei bordi e dei punti particolari. Si curerà inoltre
l'impiego di criteri e macchine secondo le istruzioni del produttore del materiale ed il rispetto delle
condizioni climatiche e di sicurezza e dei tempi di presa e maturazione.
5. Il Direttore dei lavori per la realizzazione delle coperture piane opererà come segue:
a) Nel corso dell'esecuzione dei lavori (con riferimento ai tempi ed alle procedure) verificherà via via
che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, almeno
per gli strati più significativi, verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto
e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato realizzato. In particolare verificherà:
– il collegamento tra gli strati;
– la realizzazione dei giunti/sovrapposizioni per gli strati realizzati con pannelli, fogli ed in genere
con prodotti preformati;
– l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari.
Ove sono richieste lavorazioni in sito verificherà con semplici metodi da cantiere:
– resistenze meccaniche (portate, punzonamenti, resistenze a flessione);
– adesioni fra strati (o quando richiesto l'esistenza di completa separazione);
– tenute all'acqua, all'umidità, ecc…
b) A conclusione dell'opera eseguirà prove di funzionamento (anche solo localizzate) formando battenti
di acqua, condizioni di carico, di punzonamento, ecc… che siano significativi delle ipotesi previste dal
progetto o dalla realtà. Avrà cura poi di far aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi unitamente alla
descrizione e/o alle schede tecniche dei prodotti impiegati (specialmente quelli non visibili ad opera
ultimata) e le prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

D) Impiantistica

Art. 34 - Componenti dell'impianto di adduzione dell'acqua

1. In conformità alla legge 17/2007 gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alle regole
di buona tecnica: le norme UNI sono considerate norme di buona tecnica.
2. *Apparecchi sanitari*
Gli apparecchi sanitari in generale, indipendentemente dalla loro forma e dal materiale costituente, devono
soddisfare i seguenti requisiti:
– robustezza meccanica;
– durabilità meccanica;
– assenza di difetti visibili ed estetici;
– resistenza all'abrasione;
– pulibilità di tutte le parti che possono venire a contatto con l'acqua sporca;
– resistenza alla corrosione (per quelli con supporto metallico);
– funzionalità idraulica.
a) Per gli apparecchi di ceramica la rispondenza alle prescrizioni di cui sopra si intende comprovata se
essi rispondono alle seguenti norme: UNI EN 997 per i vasi con sifone integrato, UNI 4543/1 (1986)
per gli orinatoi. Per gli altri apparecchi deve essere comprovata la rispondenza alla norma UNI 4543/1
relativa al materiale ceramico ed alle caratteristiche funzionali di cui al comma 2.
b) Per gli apparecchi a base di materie plastiche la rispondenza alle prescrizioni di cui sopra si ritiene
comprovata se essi rispondono alle seguenti norme UNI EN 263 (2008) per le lastre acriliche colate
per vasche da bagno e piatti doccia, norme UNI EN sulle dimensioni di raccordo dei diversi apparecchi
sanitari ed alle seguenti norme specifiche: UNI 8196 per vasi di resina metacrilica; UNI EN 198
(2008) per vasche di resina metacrilica; UNI en 14527 (2006) per i piatti doccia di resina metacrilica;
UNI 8195 per bidè di resina metacrilica.
3. *Rubinetti sanitari*
I rubinetti sanitari considerati nel presente punto sono quelli appartenenti alle seguenti categorie:
– rubinetti singoli, cioè con una sola condotta di alimentazione;
– gruppo miscelatore, avente due condotte di alimentazione e comandi separati per regolare e miscelare
la portata d'acqua. I gruppi miscelatori possono avere diverse soluzioni costruttive riconducibili nei
seguenti casi: comandi distanziati e gemellati, corpo apparente o nascosto (sotto il piano o nella parete),
predisposizione per posa su piano orizzontale o verticale;
– miscelatore meccanico, elemento unico che sviluppa le stesse funzioni del gruppo miscelatore mescolando
prima i due flussi e regolando dopo la portata della bocca di erogazione; le due regolazioni sono
effettuate di volta in volta, per ottenere la temperatura d'acqua voluta. I miscelatori meccanici possono
avere diverse soluzioni costruttive riconducibili ai seguenti casi: monocomando o bicomando, corpo
apparente o nascosto (sotto il piano o nella parete), predisposizione per posa su piano orizzontale o
verticale;
– miscelatori termostatici, elemento funzionante come il miscelatore meccanico, ma che varia automaticamente
la portata di due flussi a temperature diverse per erogare e mantenere l'acqua alla temperatura
prescelta.
I rubinetti sanitari di cui sopra indipendentemente dal tipo e dalla soluzione costruttiva devono rispondere
alle seguenti caratteristiche:
– inalterabilità dei materiali costituenti e non cessione di sostanze all'acqua;
– tenuta all'acqua alle pressioni di esercizio;
– conformazione della bocca di erogazione in modo da erogare acqua con filetto a getto regolare e comunque
senza spruzzi che vadano all'esterno dell'apparecchio sul quale devono essere montati;
– proporzionalità fra apertura e portata erogata;
– minima perdita di carico alla massima erogazione;
– silenziosità ed assenza di vibrazione in tutte le condizioni di funzionamento;
– facile smontabilità e sostituzione di pezzi possibilmente con attrezzi elementari;
– continuità nella variazione di temperatura tra posizione di freddo e quella di caldo e viceversa (per i
rubinetti miscelatori).
La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta per i rubinetti singoli e gruppi miscelatori
quando essi rispondono alla norma UNI EN 200 – 2008 e ne viene comprovata la rispondenza

con certificati di prova e/o con apposizione del marchio UNI.
Per gli altri rubinetti si applica la UNI EN 200 – 2008 per quanto possibile o si fa riferimento ad altre
norme tecniche (principalmente di enti normatori esteri).
I rubinetti devono essere forniti protetti da imballaggi adeguati in grado di proteggerli da urti, graffi, ecc.
nelle fasi di trasporto e movimentazione in cantiere. Il foglio informativo che accompagna il prodotto deve
dichiarare le caratteristiche dello stesso e le altre informazioni utili per la posa, manutenzione, ecc.
4. *Scarichi di apparecchi sanitari e sifoni (manuali, automatici)*
Gli elementi costituenti gli scarichi applicati agli apparecchi sanitari si intendono denominati e classificati
come riportato nelle norme UNI sull'argomento.
Indipendentemente dal materiale e dalla forma essi devono possedere caratteristiche di inalterabilità alle
azioni chimiche ed all'azione del calore, realizzare la tenuta tra otturatore e piletta e possedere una rego84
labilità per il ripristino della tenuta stessa (per scarichi a comando meccanico). La rispondenza alle caratteristiche
sopra elencate si intende soddisfatta quando essi rispondono alla norma UNI EN 274; la rispondenza
è comprovata da una attestazione di conformità.
5. *Tubi di raccordo rigidi e flessibili* (per il collegamento tra i tubi di adduzione e la rubinetteria sanitaria)
Indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva essi devono rispondere alle caratteristiche
seguenti:
– inalterabilità alle azioni chimiche ed all'azione del calore;
– non cessione di sostanze all'acqua potabile;
– indeformabilità alle sollecitazioni meccaniche provenienti dall'interno e/o dall'esterno;
– superficie interna esente da scabrosità che favoriscano depositi;
– pressione di prova uguale a quella di rubinetti collegati.
La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta se i tubi rispondono alla norma
UNI 9035 e la rispondenza è comprovata da una dichiarazione di conformità.
6. *Rubinetti a passo rapido, flussometri* (per orinatoi, vasi e vuotatoi)
Indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva devono rispondere alle caratteristiche
seguenti:
– erogazione di acqua con portata, energia e quantità necessaria per assicurare la pulizia;
– dispositivi di regolazione della portata e della quantità di acqua erogata;
– costruzione tale da impedire ogni possibile contaminazione della rete di distribuzione dell'acqua a
monte per effetto di rigurgito;
– contenimento del livello di rumore prodotto durante il funzionamento.
La rispondenza alle caratteristiche predette deve essere comprovata dalla dichiarazione di conformità.
7. *Cassette per l'acqua* (per vasi, orinatoi e vuotatoi)
Indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva devono rispondere alle caratteristiche
seguenti:
– troppopieno di sezione tale da impedire, in ogni circostanza, la fuoriuscita di acqua dalla cassetta;
– rubinetto a galleggiante che regola l'afflusso dell'acqua, realizzato in modo che, dopo l'azione di pulizia,
l'acqua fluisca ancora nell'apparecchio sino a ripristinare nel sifone del vaso il battente d'acqua
che realizza la tenuta ai gas;
– costruzione tale da impedire ogni possibile contaminazione della rete di distribuzione dell'acqua a
monte per effetto di rigurgito;
– contenimento del livello di rumore prodotto durante il funzionamento.
La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta per le cassette dei vasi quando, in
abbinamento con il vaso, soddisfano le prove di pulizia/evacuazione previste dalla norma UNI 8949.
8. *Tubazioni e raccordi*
Le tubazioni utilizzate per realizzare gli impianti di adduzione dell'acqua devono rispondere alle prescrizioni
seguenti:
I tubi di acciaio devono rispondere alle norme UNI EN 10224, UNI EN 10312 (per tubazioni di acciaio
inossidabile) e UNI EN 10225. Nei tubi metallici di acciaio le filettature per giunti a vite devono essere
del tipo normalizzato con filetto conico; le filettature cilindriche non sono ammesse quando si deve garantire
la tenuta.
a) I tubi di acciaio zincato di diametro minore di mezzo pollice sono ammessi solo per il collegamento di
un solo apparecchio.
b) I tubi di rame devono rispondere alla norma UNI EN 1057 (2010); il minimo diametro esterno ammissibile
è 10 mm.
c) I tubi di pvc e polietilene ad alta densità (PEad) devono rispondere rispettivamente alle norme UNI
EN 1452 e UNI EN 12201; entrambi devono essere del tipo PN 10.
d) I tubi di piombo sono vietati nelle distribuzioni di acqua
9. *Valvolame, valvole di non ritorno, pompe*
a) Le valvole a saracinesca flangiate per condotte d'acqua devono essere conformi alla norma UNI EN
1074 (2001).
Le valvole di sicurezza in genere devono rispondere alla norma UNI EN ISO 4126 (2006).
La rispondenza alle norme predette deve essere comprovata da dichiarazione di conformità completata
con dichiarazioni di rispondenza alle caratteristiche specifiche previste dal progetto.
b) Le pompe devono rispondere alle prescrizioni previste dal progetto e rispondere (a seconda dei tipi)
alle norme UNI EN ISO 9908 e UNI EN ISO 5199 (2005).
10. *Apparecchi per produzione acqua calda*
Gli scaldacqua funzionanti a gas rientrano nelle prescrizioni della legge n. 1083/71.
Gli scaldacqua elettrici, in ottemperanza della legge 1° marzo 1968 n. 186, devono essere costruiti a regola
d'arte; sono considerati tali se rispondenti alle norme CEI. La rispondenza alle norme predette deve essere
comprovata da dichiarazione di conformità (e/o dalla presenza di marchi UNI e/o IMQ).
11. *Accumuli dell'acqua e sistemi di elevazione della pressione d'acqua*
Per gli accumuli valgono le indicazioni riportate nell'articolo sugli impianti. Per gli apparecchi di sopraelevazione
della pressione vale quanto indicato nella norma UNI 9182 punto 8.4.

Art. 35- Esecuzione dell'impianto di adduzione dell'acqua

1. In conformità del DM 37/2008 gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere alle regole di
buona tecnica: le norme UNI sono considerate di buona tecnica.
2. Per impianto di adduzione dell'acqua si intende l'insieme di apparecchiature, condotte, apparecchi erogatori
che trasferiscono l'acqua potabile (o quando consentito non potabile) da una fonte (acquedotto
pubblico, pozzo o altro) agli apparecchi erogatori. Gli impianti, quando non diversamente descritto negli
altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati), si intendono suddivisi
come segue:
a) impianti di adduzione dell'acqua potabile,
b) impianti di adduzione dell'acqua non potabile.
Le modalità per erogare l'acqua potabile e non potabile sono quelle stabilite dalle competenti autorità, alle
quali compete il controllo sulla qualità dell'acqua.
Gli impianti di cui sopra si intendono funzionalmente suddivisi come segue:
a) fonti di alimentazione,
b) reti di distribuzione acqua fredda,
c) sistemi di preparazione e distribuzione dell'acqua calda.
3. Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzano i materiali indicati nei documenti progettuali.
Qualora questi non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno
le prescrizioni di seguito riportate e quelle già fornite per i componenti, nonché quanto previsto dalla
norma UNI 9182, nel dettaglio:
a) Le fonti di alimentazione dell'acqua potabile saranno costituite da: 1) acquedotti pubblici gestiti o
controllati dalla pubblica autorità; oppure 2) sistema di captazione (pozzi, ecc.) fornenti acqua riconosciuta
potabile dalla competente autorità; oppure 3) altre fonti quali grandi accumuli, stazioni di potabilizzazione.

Gli accumuli devono essere preventivamente autorizzati dall'autorità competente e comunque possedere
le seguenti caratteristiche16:
– essere a tenuta in modo da impedire inquinamenti dall'esterno;
– essere costituiti con materiali non inquinanti, non tossici e che mantengano le loro caratteristiche
nel tempo;
– avere le prese d'aria ed il troppopieno protetti con dispositivi filtranti conformi alle prescrizioni
delle autorità competenti;

16 I grandi accumuli sono soggetti alle pubbliche autorità e solitamente dotati di sistema automatico di potabilizzazione.

– essere dotati di dispositivo che assicuri il ricambio totale dell'acqua contenuta ogni due giorni per
serbatoi con capacità fino a 30 m³ ed un ricambio di non meno di 15 m³ giornalieri per serbatoi con
capacità maggiore;
– essere sottoposti a disinfezione prima della messa in esercizio (e periodicamente puliti e disinfettati).
b) Le reti di distribuzione dell'acqua devono rispondere alle seguenti caratteristiche:
– le colonne montanti devono possedere alla base un organo di intercettazione (valvola, ecc.), con organo
di taratura della pressione e rubinetto di scarico (con diametro minimo 1/2 pollice); le stesse colonne
alla sommità devono possedere un ammortizzatore di colpo d'ariete. Nelle reti di piccola
estensione le prescrizioni predette si applicano con gli opportuni adattamenti;
– le tubazioni devono essere posate a una distanza dalle pareti sufficiente a permettere lo smontaggio e
la corretta esecuzione dei rivestimenti protettivi e/o isolanti. La conformazione deve permettere il
completo svuotamento e l'eliminazione dell'aria. Quando sono incluse reti di circolazione dell'acqua
calda per uso sanitario, queste devono essere dotate di compensatori di dilatazione e di punti di fissaggio
in modo tale da far mantenere la conformazione voluta;
– la collocazione dei tubi dell'acqua non deve avvenire all'interno di cabine elettriche, al di sopra di
quadri apparecchiature elettriche o, in genere, di materiali che possono divenire pericolosi se bagnati
dall'acqua, all'interno di immondezzai e di locali dove sono presenti sostanze inquinanti. Inoltre i tubi
dell'acqua fredda devono correre in posizione sottostante i tubi dell'acqua calda. La posa entro parti
murarie è da evitare. Quando ciò non è possibile i tubi devono essere rivestiti con materiale isolante e
comprimibile, dello spessore minimo di 1 cm;
– la posa interrata dei tubi deve essere effettuata a distanza di almeno un metro (misurato tra le superfici
esterne) dalle tubazioni di scarico. La generatrice inferiore deve essere sempre al di sopra del punto
più alto dei tubi di scarico. I tubi metallici devono essere protetti dall'azione corrosiva del terreno con
adeguati rivestimenti (o guaine) e contro il pericolo di venire percorsi da correnti vaganti;
– nell'attraversamento di strutture verticali ed orizzontali i tubi devono scorrere all'interno di controtubi
di acciaio, plastica, ecc…, preventivamente installati, aventi diametro capace di contenere anche
l'eventuale rivestimento isolante. Il controtubo deve resistere ad eventuali azioni aggressive,
l'interspazio restante tra tubo e controtubo deve essere riempito con materiale incombustibile per tutta
la lunghezza. In generale si devono prevedere adeguati supporti sia per le tubazioni sia per gli apparecchi
quali valvole, etc., ed inoltre, in funzione dell'estensione ed andamento delle tubazioni, compensatori
di dilatazione termica;
– le coibentazioni devono essere previste sia per i fenomeni di condensa delle parti non in vista dei tubi
di acqua fredda, sia per i tubi dell'acqua calda per uso sanitario. Quando necessario deve essere considerata
la protezione dai fenomeni di gelo.
c) Nella realizzazione dell'impianto si cureranno, inoltre, le distanze minime nella posa degli apparecchi
sanitari (vedere la norma UNI 9182 appendice V e W) e le disposizioni particolari per locali destinati
a disabili (legge n. 62 del 27 febbraio 1989 e DM n. 236 del 14 giugno 1989).
Nei locali da bagno sono da considerare le prescrizioni relative alla sicurezza (distanze degli apparecchi
sanitari da parti dell'impianto elettrico) così come indicato nella norma CEI 64-8/4.
Ai fini della limitazione della trasmissione del rumore e delle vibrazioni, oltre a scegliere componenti
con bassi livelli di rumorosità (e scelte progettuali adeguate), si avrà cura in fase di esecuzione di
adottare corrette sezioni interne delle tubazioni in modo da: non superare le velocità di scorrimento
dell'acqua previste, limitare le pressioni dei fluidi soprattutto per quanto riguarda gli organi di intercettazione
e controllo, ridurre la velocità di rotazione dei motori di pompe, ecc… (in linea di principio
non maggiori di 1.500 giri/minuto).
In fase di posa si curerà l'esecuzione dei dispositivi di dilatazione, si inseriranno supporti antivibranti
ed ammortizzatori per evitare la propagazione di vibrazioni, si useranno isolanti acustici in corrispondenza
delle parti da murare.
4. Il Direttore dei lavori per la realizzazione dell'impianto di adduzione dell'acqua opererà come segue:
a) nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà via via che
i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre, per le
parti destinate a non restare in vista o che possono influire negativamente sul funzionamento finale,

verificherà che l'esecuzione sia coerente con quella concordata (questa verifica potrà essere effettuata
anche in forma casuale e statistica nel caso di grandi opere). In particolare verificherà le giunzioni con
gli apparecchi, il numero e la di-slocazione dei supporti, degli elementi di dilatazione, degli elementi
antivibranti, ecc…,
b) al termine dell'installazione verificherà che siano eseguite dall'installatore e sottoscritte in una dichiarazione
di conformità le operazioni di prelavaggio, di lavaggio prolungato, di disinfezione e di risciacquo
finale con acqua potabile. Detta dichiarazione riporterà inoltre i risultati del collaudo (prove
idrauliche, di erogazione, livello di rumore). Tutte le operazioni predette saranno condotte secondo la
norma UNI 9182 punti 25 e 27,
c) terminate dette operazioni il Direttore dei lavori raccoglierà in un fascicolo i documenti progettuali più
significativi ai fini della successiva gestione e manutenzione (schemi dell'impianto, dettagli costruttivi,
schede di componenti con dati di targa, ecc.) nonché le istruzioni per la manutenzione rilasciate dai
produttori dei singoli componenti e dell'installatore (modalità operative e frequenza delle operazioni).

Art. 37 - Impianto di scarico acque usate

1. In conformità alla legge n. 17 del 26 febbraio 2007 gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere
alle regole di buona tecnica; le norme UNI sono considerate norme di buona tecnica.
L'impianto di scarico delle acque usate deve, altresì, essere conforme alle prescrizioni di cui alla Legge 3
aprile 2006 n. 152 - Norme in materia ambientale (d'ora in poi legge 152/06).
2. Per impianto di scarico delle acque usate si intende l'insieme di condotte, apparecchi, etc… che trasferiscono
l'acqua dal punto di utilizzo alla fogna pubblica. Il sistema di scarico deve essere indipendente dal
sistema di smaltimento delle acque meteoriche almeno fino al punto di immissione nella fogna pubblica.
Il sistema di scarico può essere suddiviso in casi di necessità in più impianti convoglianti separatamente
acque fecali, acque saponose, acque grasse. La modalità di recapito delle acque usate sarà comunque conforme
alle prescrizioni delle competenti autorità.

3. L'impianto di cui sopra si intende funzionalmente suddiviso come segue:
– parte destinata al convogliamento delle acque (raccordi, diramazioni, colonne, collettori);
– parte destinata alla ventilazione primaria;
– parte destinata alla ventilazione secondaria;
– raccolta e sollevamento sotto quota;
– trattamento delle acque;
Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali ed i componenti indicati nei documenti progettuali ed a loro completamento si rispetteranno le prescrizioni di seguito riportate, nonché quanto previsto dalla norma UNI 9183; nel dettaglio:
a) i tubi utilizzabili devono rispondere alle seguenti norme:
• tubi di acciaio zincato UNI EN 10255 (2007) (il loro uso deve essere limitato alle acque di scarico con poche sostanze in sospensione e non saponose). Per la zincatura si fa riferimento alle norme sui trattamenti galvanici. Per i tubi di acciaio rivestiti, il rivestimento deve rispondere alle prescrizioni delle norme UNI ISO 5256, UNI 9099, UNI 10416 esistenti (polietilene, bitume, ecc.) e comunque non deve essere danneggiato o staccato; in tal caso deve essere eliminato il tubo;
• tubi di ghisa: devono rispondere alle UNI EN 545 (2007), essere del tipo centrifugato e ricotto, possedere rivestimento interno di catrame, resina epossidica ed essere esternamente catramati o verniciati con vernice antiruggine;
• tubi di piombo: devono essere lavorati in modo da ottenere sezione e spessore costanti in ogni punto del percorso. Devono essere protetti con catrame e verniciati con vernici bituminose per proteggerli dall'azione aggressiva del cemento;
• tubi di gres: devono rispondere alla UNI EN 295-2 (2003);
• tubi di fibrocemento: devono rispondere alla UNI EN 588-1 (1997);
• tubi di calcestruzzo non armato: i tubi armati devono rispondere alle prescrizioni di buona tecnica (fino alla disponibilità di norma UNI);
• tubi di materiale plastico: devono rispondere alle seguenti norme:
– tubi di pvc per condotte all'interno dei fabbricati: UNI EN 1329-1;
– tubi di pvc per condotte interrate: UNI EN 1401-1 (1998);
– tubi di polietilene ad alta densità (PEad) per condotte interrate: UNI EN 12666-1 del 2006;
– tubi di polipropilene (PP): UNI EN 1451-1;
– tubi di polietilene ad alta densità (PEad) per condotte all'interno dei fabbricati: UNI EN 1519.
b) per gli altri componenti vale quanto segue:
• per gli scarichi ed i sifoni di apparecchi sanitari vedere art. 114 del presente capitolato sui componenti dell'impianto di adduzione dell'acqua;
• in generale, i materiali costituenti i componenti del sistema di scarico devono rispondere alle seguenti caratteristiche:
– minima scabrezza, al fine di opporre la minima resistenza al movimento dell'acqua;
– impermeabilità all'acqua ed ai gas per impedire i fenomeni di trasudamento e di fuoriuscita odori;
– resistenza all'azione aggressiva esercitata dalle sostanze contenute nelle acque discarico, con particolare riferimento a quelle dei detersivi e delle altre sostanze chimiche usate per lavaggi;
– resistenza all'azione termica delle acque aventi temperature sino a 90 °C circa;
– opacità alla luce per evitare i fenomeni chimici e batteriologici favoriti dalle radiazioni luminose;
– resistenza alle radiazioni UV, per i componenti esposti alla luce solare;
– resistenza agli urti accidentali;
• in generale i prodotti ed i componenti devono inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche:
– conformazione senza sporgenze all'interno per evitare il deposito di sostanze contenute o trasportate dalle acque;
– stabilità di forma in senso sia longitudinale sia trasversale;
– sezioni di accoppiamento con facce trasversali perpendicolari all'asse longitudinale;
– minima emissione di rumore nelle condizioni di uso;
– durabilità compatibile con quella dell'edificio nel quale sono montati;
• gli accumuli e sollevamenti devono essere a tenuta di aria per impedire la diffusione di odori all'esterno, ma devono avere un collegamento con l'esterno a mezzo di un tubo di ventilazione di sezione non inferiore a metà del tubo o della somma delle sezioni dei tubi che convogliano le acque nell'accumulo;
• le pompe di sollevamento devono essere di costituzione tale da non intasarsi in presenza di corpi solidi in sospensione la cui dimensione massima ammissibile è determinata dalla misura delle maglie di una griglia di protezione da installare a monte delle pompe.
4. Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicati nei documenti progettuali e, qualora questi non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:
a) l'impianto deve essere installato nel suo insieme in modo da consentire la facile e rapida manutenzione e pulizia; deve permettere la sostituzione, anche a distanza di tempo, di ogni sua parte senza gravosi o non previsti interventi distruttivi di altri elementi della costruzione; deve permettere l'estensione del sistema, quando previsto, ed il suo facile collegamento ad altri sistemi analoghi.
b) Le tubazioni orizzontali e verticali devono essere installate in allineamento secondo il proprio asse, parallele alle pareti e con la pendenza di progetto. Esse non devono passare sopra apparecchi elettrici o similari o dove le eventuali fuoruscite possono provocare inquinamenti. Quando ciò è inevitabile, devono essere previste adeguate protezioni che convogliano i liquidi in un punto di raccolta. Quando applicabile vale il DM 12 dicembre 1985 per le tubazioni interrate e la relativa Circolare del MLLPP16 marzo 1989, n. 31104.
c) i raccordi con curve e pezzi speciali devono rispettare le indicazioni predette per gli allineamenti, le discontinuità, le pendenze, ecc... Le curve ad angolo retto non devono essere usate nelle connessioni orizzontali (sono ammesse tra tubi verticali ed orizzontali), sono da evitare le connessioni doppie e tra loro frontali ed i raccordi a T. I collegamenti devono avvenire con opportuna inclinazione rispetto all'asse della tubazione ricevente ed in modo da mantenere allineate le generatrici superiori dei tubi.
d) i cambiamenti di direzione devono essere fatti con raccordi che non producono apprezzabili variazioni di velocità od altri effetti di rallentamento. Le connessioni in corrispondenza di spostamento dell'asse delle colonne della verticale devono avvenire ad opportuna distanza dallo spostamento e comunque a non meno di 10 volte il diametro del tubo ed al di fuori del tratto di possibile formazione delle schiume.
Le colonne di ventilazione secondaria, quando non hanno una fuoriuscita diretta all'esterno, possono:
– essere raccordate alle colonne di scarico ad una quota di almeno 15 cm più elevata dal bordo superiore del troppopieno dell'apparecchio collocato alla quota più alta nell'edificio;
– essere raccordate al di sotto del più basso raccordo di scarico;
– devono essere previste connessioni intermedie tra colonna di scarico e ventilazione almeno ogni 10 connessioni nella colonna di scarico.
e) I terminali delle colonne fuoriuscenti verticalmente dalle coperture devono essere a non meno di 0,15 m dall'estradosso per coperture non praticabili ed a non meno di 2 m per coperture praticabili. Questi terminali devono distare almeno 3 m da ogni finestra oppure essere ad almeno 0,60 m dal bordo più alto della finestra.
f) I punti di ispezione devono essere previsti con diametro uguale a quello del tubo fino a 100 mm, e con diametro minimo di 100 mm negli altri casi. Devono essere posizionati:
– al termine della rete interna di scarico insieme al sifone e ad una derivazione;
– ad ogni cambio di direzione con angolo maggiore di 45°;

– ogni 15 m di percorso lineare per tubi con diametro sino a 100 mm ed ogni 30 m per tubi con diametro
maggiore;
– ad ogni confluenza di due o più provenienze;
– alla base di ogni colonna.
Le ispezioni devono essere accessibili ed avere spazi sufficienti per operare con gli utensili di pulizia.
Apparecchi facilmente rimovibili possono fungere da ispezioni.
Nel caso di tubi interrati con diametro uguale o superiore a 300 mm bisogna prevedere pozzetti di
ispezione ad ogni cambio di direzione e comunque ogni 40/50 m.
g) I supporti di tubi ed apparecchi devono essere staticamente affidabili, durabili nel tempo e tali da non
trasmettere rumori e vibrazioni. Le tubazioni vanno supportate ad ogni giunzione e, in particolare,
quelle verticali almeno ogni 2,5 m e quelle orizzontali ogni 0,5 m per diametri fino a 50 mm, ogni 0,8
m per diametri fino a 100 mm, ogni 1,00 m per diametri oltre 100 mm. Il materiale dei supporti deve
essere compatibile chimicamente ed in quanto a durezza con il materiale costituente il tubo.
h) Si devono prevedere giunti di dilatazione, per i tratti lunghi di tubazioni, in relazione al materiale costituente
ed alla presenza di punti fissi quali parti murate o vincolate rigidamente. Gli attraversamenti
delle pareti a seconda della loro collocazione possono essere per incasso diretto, con utilizzazione di
manicotti di passaggio (controtubi) opportunamente riempiti tra tubo e manicotto, con foro predisposto
per il passaggio in modo da evitare punti di vincolo.
i) Gli scarichi a pavimento all'interno degli ambienti devono sempre essere sifonati con possibilità di un
secondo attacco.
5. Gli impianti di trattamento delle acque devono essere progettati, installati e collaudati in modo che le
acque da essi effluenti prima di essere consegnate al recapito finale rispondano alle caratteristiche indicate
nella legge 3 aprile 2006 n. 152 - Norme in materia ambientale.
5.1 Tipologie di scarico
La definizione delle caratteristiche delle acque da consegnare al recapito finale sono in relazione alle dimensioni
dell'insediamento dal quale provengono ed alla natura del corpo ricettore.
Per quanto riguarda le dimensioni dell'insediamento le categorie sono due:
– insediamenti con consistenza inferiore a 50 vani o a 5.000 m³;
– insediamenti con consistenza superiore a 50 vani o a 5.000 m³.
Per quanto riguarda il recapito si distinguono tre casi:
– recapito in pubbliche fognature;
– recapito in corsi di acqua superficiali;
– recapito sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo.
5.2 Caratteristiche ammissibili per le acque di scarico
Le caratteristiche ammissibili per le acque di scarico variano in funzione delle dimensioni
dell'insediamento ed del tipo di recapito.
In caso di recapito in pubbliche fognature, per qualsiasi dimensione di insediamento, le acque di scarico
devono soddisfare i limiti fissati dai regolamenti emanati dalle Autorità locali che gestiscono le fognature;
In caso di zone non servite da pubbliche fognature:
a) per insediamenti di consistenza inferiore a 50 vani od a 5.000 m³, l'unico recapito ammissibile è sul
suolo o negli strati superficiali del suolo; i limiti sono fissati dalla legge 152/2006 e dal Decreto 2
maggio 2006. In ogni caso i livelli di trattamento che consentono di raggiungere i suddetti limiti non
possono essere inferiori a quelli conseguibili attraverso trattamenti di separazione meccanica dei solidi
sospesi e di digestione anaerobica dei fanghi;
b) per insediamenti di consistenza superiore a 50 vani od a 5.000 m³, sono ammissibili i recapiti sia sul
suolo o negli strati superficiali del suolo sia in corsi d'acqua superficiali. Nella prima eventualità valgono
i limiti descritti nel precedente punto per gli insediamenti di minori dimensioni. Nella seconda
eventualità valgono i valori riportati nella tabella C della legge 3 aprile 2006 n. 152.
5.3 Requisiti degli impianti di trattamento
Gli impianti di trattamento, quali che siano le caratteristiche degli effluenti da produrre, devono rispondere
a questi requisiti:
– essere in grado di fornire le prestazioni richieste dalle leggi che devono essere rispettate;
– evitare qualsiasi tipo di nocività per la salute dell'uomo con particolare riferimento alla propagazione
di microrganismi patogeni;
– non contaminare i sistemi di acqua potabile ed anche eventuali vasche di accumulo acqua a qualunque
uso esse siano destinate;
– non essere accessibili ad insetti, roditori o ad altri animali che possano venire in contatto con i cibi o
con acqua potabile;
– non essere accessibili alle persone non addette alla gestione ed in particolare ai bambini;
– non diventare maleodoranti e di sgradevole aspetto.
5.4 Tipologie di impianto
Premesso che le acque da trattare sono quelle provenienti dagli usi domestici con la massima possibile
prevalenza dei prodotti del metabolismo umano e che è tassativamente da evitare la mescolanza con le
acque meteoriche o di altra origine, le tipologie usabili sono sostanzialmente tre:
a) accumulo e fermentazione in pozzi neri con estrazione periodica del materiale seguita da smaltimento
per interramento o immissione in concimaia od altro;
b) chiarificazione in vasca settica tipo Imhoff attraverso separazione meccanica dei solidi sospesi e digestione
anaerobica dei fanghi, seguita dal processo di ossidazione da svolgersi per:
– dispersione nel terreno mediante sub-irrigazione;
– dispersione nel terreno mediante pozzi assorbenti;
– percolazione nel terreno mediante sub-irrigazione con drenaggio;
c) ossidazione totale a fanghi attivi in sistemi generalmente prefabbricati nei quali all'aerazione per lo
sviluppo delle colonie di microrganismi che creano i fanghi attivi fa seguito la sedimentazione con il
convogliamento allo scarico dell'acqua depurata e con il parziale dei fanghi attivi, mentre i fanghi di
supero vengono periodicamente rimossi.
5.5 Caratteristiche dei componenti
I componenti di tutti gli impianti di trattamento devono essere tali da rispondere ai requisiti ai quali gli
impianti devono uniformarsi. Le caratteristiche essenziali sono:
– la resistenza meccanica;
– la resistenza alla corrosione;
– la perfetta tenuta all'acqua nelle parti che vengono a contatto con il terreno;
– la facile pulibilità;
– l'agevole sostituibilità;
– una ragionevole durabilità.
5.6 Collocazione degli impianti
Gli impianti devono essere collocati in posizione tale da consentire la facile gestione sia per i controlli
periodici da eseguire sia per l'accessibilità dei mezzi di trasporto che devono provvedere ai periodici
spurghi.
Al tempo stesso la collocazione deve consentire di rispondere ai requisiti elencati al punto 3 del comma 5
del presente articolo.
5.7 Controlli durante l'esecuzione
È compito della Direzione dei Lavori effettuare in corso d'opera e ad impianto ultimato i controlli tesi a
verificare:
– la rispondenza quantitativa e qualitativa alle prescrizioni e descrizioni di capitolato;
– la corretta collocazione dell'impianto nei confronti delle strutture civili e delle altre installazioni;
– le caratteristiche costruttive e funzionali delle parti non più ispezionabili ad impianto ultimato;
– l'osservanza di tutte le norme di sicurezza.
5.8 Collaudi
Ad impianto ultimato dovrà essere eseguito il collaudo provvisorio per la verifica funzionale dei trattamenti
da svolgere.
A collaudo provvisorio favorevolmente eseguito, l'impianto potrà essere messo in funzione ed esercito

sotto il controllo della ditta fornitrice per un periodo non inferiore a 90 giorni in condizioni di carico normale.
Periodi più lunghi potranno essere fissati se le condizioni di carico saranno parziali.
Dopo tale periodo sarà svolto il collaudo definitivo per l'accertamento, nelle condizioni di regolare funzionamento
come portata e tipologia di liquame immesso, delle caratteristiche degli effluenti e della loro
rispondenza ai limiti fissati in contratto.
Le prove di collaudo dovranno essere ripetute per tre volte in giorni diversi della settimana.
A collaudo favorevolmente eseguito e convalidato da regolare certificato, l'impianto sarà preso in consegna
dal Committente che provvederà alla gestione direttamente o affidandola a terzi.
Per la durata di un anno a partire dalla data del collaudo favorevole, permane la garanzia della ditta fornitrice
che è tenuta a provvedere a propria cura e spese a rimuovere con la massima tempestività ogni difetto
non dovuto ad errore di conduzione o manutenzione.
6. Il Direttore dei lavori per la realizzazione dell'impianto di scarico delle acqua usate opererà come segue:
a) nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà via via che
i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre (per le
parti destinate a non restare in vista o che possono influire in modo irreversibile sul funzionamento finale)
verificherà che l'esecuzione sia coerente con quella concordata (questa verifica potrà essere effettuata
anche in forma casuale e statistica nel caso di grandi opere). In particolare verificherà le
giunzioni con gli apparecchi, il numero e la dislocazione dei supporti, degli elementi di dilatazione e
degli elementi antivibranti. Effettuerà o farà effettuare e sottoscrivere in una dichiarazione i risultati
delle prove di tenuta all'acqua eseguendole su un tronco per volta (si riempie d'acqua e lo si sottopone
alla pressione di 20 kPa per 1 ora; al termine non si devono avere perdite o trasudamenti).

b) al termine dei lavori verificherà che siano eseguite dall'installatore e sottoscritte in una dichiarazione
di conformità le prove seguenti:
– evacuazione realizzata facendo scaricare nello stesso tempo, colonna per colonna, gli apparecchi
previsti dal calcolo della portata massima contemporanea. Questa prova può essere collegata a
quella della erogazione di acqua fredda, e serve ad accertare che l'acqua venga evacuata con regolarità,
senza rigurgiti, ribollimenti e variazioni di regime. In particolare si deve constatare che dai
vasi possono essere rimossi oggetti quali carta leggera appallottolata e mozziconi di sigaretta;
– tenuta agli odori, da effettuare dopo il montaggio degli apparecchi sanitari, dopo aver riempito tutti
i sifoni (si esegue utilizzando candelotti fumogeni e mantenendo una pressione di 250 *Pa* nel tratto
in prova. Nessun odore di fumo deve entrare nell'interno degli ambienti in cui sono montati gli apparecchi).
Terminate tali operazioni il Direttore dei lavori raccoglierà inoltre in un fascicolo i documenti progettuali
più significativi ai fini della successiva gestione e manutenzione (schemi dell'impianto, dettagli
costruttivi, schede dei componenti, ecc.) nonché le istruzioni per la manutenzione rilasciata dai produttori
dei singoli componenti e dall'installatore (modalità operative e frequenza delle operazioni).

Art. 39 - Impianto di scarico acque meteoriche

1. In conformità alla legge del 26 febbraio 2007 n. 17 gli impianti idrici ed i loro componenti devono rispondere
alle regole di buona tecnica; le norme UNI sono considerate norme di buona tecnica.
2. Per impianto di scarico acque meteoriche si intende l'insieme degli elementi di raccolta, convogliamento,
eventuale stoccaggio e sollevamento e recapito (a collettori fognari, corsi d'acqua, sistemi di dispersione
nel terreno); detto impianto. L'acqua può essere raccolta da coperture o pavimentazioni all'aperto.
Il sistema di scarico delle acque meteoriche deve essere indipendente da quello che raccoglie e smaltisce
le acque usate ed industriali. Esso deve essere previsto in tutti gli edifici ad esclusione di quelli storico -
artistici.
Il sistema di recapito deve essere conforme alle prescrizioni della pubblica autorità in particolare per
quanto attiene la possibilità di inquinamento.
Gli impianti di cui sopra si intendono funzionalmente suddivisi come segue:
– converse di convogliamento e canali di gronda;
– punti di raccolta per lo scarico (bocchettoni, pozzetti, caditoie, ecc...);
– tubazioni di convogliamento tra i punti di raccolta ed i punti di smaltimento (verticali = pluviali; orizzontali
= collettori);
– punti di smaltimento nei corpi ricettori (fognature, bacini, corsi d'acqua, ecc…).
3. Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzeranno i materiali ed i componenti indicati
nei documenti progettuali. Qualora questi ultimi non siano specificati in dettaglio nel progetto o, a suo
completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:
a) in generale tutti i materiali ed i componenti devono resistere all'aggressione chimica degli inquinanti
atmosferici, all'azione della grandine, ai cicli termici di temperatura (compreso gelo/disgelo) combinate
con le azioni dei raggi IR, UV, ecc…;
b) gli elementi di convogliamento ed i canali di gronda oltre a quanto detto in *a*) se di metallo devono
resistere alla corrosione, se di altro materiale devono rispondere alle prescrizioni per i prodotti per le
coperture, se verniciate dovranno essere realizzate con prodotti per esterno rispondenti al comma *a*);
la rispondenza delle gronde di plastica alla norma UNI EN 607 soddisfa quanto detto sopra;
c) i tubi di convogliamento dei pluviali e dei collettori devono rispondere, a seconda del materiale, a
quanto indicato nell'art. 116 del presente capitolato relativo allo scarico delle acque usate; inoltre i tubi
di acciaio inossidabile devono rispondere alle norme UNI EN 10216 – 5 del 2005 e UNI EN 10088-
2 del 2005;
d) per i punti di smaltimento valgono, per quanto applicabili, le prescrizioni sulle fognature date dalle
pubbliche autorità. Per i chiusini e le griglie di piazzali vale la norma UNI EN 124.
4. Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei
documenti progettuali. Qualora questi ultimi non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento
si rispetteranno le prescrizioni seguenti:
a) per l'esecuzione delle tubazioni vale quanto riportato nell'art. 116 del presente capitolato relativo agli
impianti di scarico acque usate. I pluviali montati all'esterno devono essere installati in modo da lasciare
libero uno spazio tra parete e tubo di 5 cm; i fissaggi devono essere almeno uno in prossimità di
ogni giunto e di materiale compatibile con quello del tubo.
b) i bocchettoni ed i sifoni devono essere sempre del diametro delle tubazioni che immediatamente li seguono.
Quando l'impianto acque meteoriche è collegato all'impianto di scarico acque usate deve essere
interposto un sifone. Tutte le caditoie a pavimento devono essere sifonate. Ogni inserimento su un
collettore orizzontale deve avvenire ad almeno 1,5 m dal punto di innesto di un pluviale;
c) per i pluviali ed i collettori installati in parti interne all'edificio (intercapedini di pareti, ecc.) devono
essere prese tutte le precauzioni di installazione (fissaggi elastici, materiali coibenti acusticamente,
ecc…) per limitare entro valori ammissibili i rumori trasmessi.
5. Il Direttore dei lavori per la realizzazione dell'impianto di adduzione dell'acqua opererà come segue:
a) Nel corso dell'esecuzione dei lavori, con riferimento ai tempi ed alle procedure, verificherà via via

che i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelle prescritte ed inoltre,
per le parti destinate a non restare in vista o che possono influire irreversibilmente sul funzionamento
finale, verificherà che l'esecuzione sia coerente con quella concordata (questa verifica potrà essere effettuata
anche in forma casuale e statistica nel caso di grandi opere).
b) Effettuerà o farà effettuare e sottoscrivere in una dichiarazione di conformità le prove di tenuta
all'acqua come riportato nell'art. 116 del presente capitolato sull'impianto di scarico acque usate.
c) Al termine dei lavori eseguirà una verifica finale dell'opera e si farà rilasciare dall'esecutore una dichiarazione
di conformità dell'opera alle prescrizioni del progetto, del presente capitolato e di altre
eventuali prescrizioni concordate.
Il Direttore dei lavori raccoglierà inoltre in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, la dichiarazione
di conformità predetta (ed eventuali schede di prodotti) nonché le istruzioni per la manutenzione
con modalità e frequenza delle operazioni.

Art. 118 - Impianti adduzione gas

Art. 40- Impianti di antieffrazione ed antintrusione

1. Il Direttore dei lavori per la pratica realizzazione dell'impianto, oltre al coordinamento di tutte le operazioni
necessarie alla realizzazione dello stesso, deve prestare particolare attenzione alla verifica della
completezza di tutta la documentazione, ai tempi della sua realizzazione e ad eventuali interferenze con
altri lavori.
Deve verificare inoltre che i materiali impiegati e la loro messa in opera siano conformi a quanto stabilito
dal progetto.
Al termine dei lavori si farà rilasciare il rapporto di verifica dell'impianto, attestante che lo stesso è stato
eseguito a regola d'arte, e la documentazione per la successiva gestione e manutenzione.
2. Per quanto concerne gli impianti di allarme negli edifici demaniali, l'impresa esecutrice dovrà rilasciare
apposita certificazione, verificata favorevolmente dalla USL competente, attestante che gli impianti
medesimi sono stati eseguiti in conformità alle normative CEI.
3. Gli impianti di allarme dovranno essere realizzati a regola d'arte in rispondenza alla legge 1° marzo
1968 n. 186 (d'ora in poi legge n. 186/68). Si considerano a regola d'arte gli impianti di allarme realizzati
secondo le norme CEI applicabili, in relazione alla tipologia di edificio, di locale o di impianto specifico
oggetto del progetto. Nel dettaglio:
CEI 79-2: Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per le
apparecchiature.
CEI 79-3: Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per gli
impianti antieffrazione e antintrusione.
CEI 79-4: Impianti antieffrazione, antintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per il
controllo degli accessi.
CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata
a 1.500 V in corrente continua.
CEI 64-2: Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione o di incendio.
CEI 103-1: Impianti telefonici interni.
CEI 64-50: Edilizia residenziale - Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori,
ausiliari e telefonici.
Vanno inoltre rispettate le disposizioni della legge 818/84 per quanto applicabili.
4. *Prove sulle apparecchiature antintrusione, antifurto, antieffrazione*.
Al fine di garantire la piena funzionalità di esercizio ed ai sensi dell'art. 2 della legge 18 ottobre 1977 n.
791 con le modifiche introdotte dal DLgs 626/1996, che richiede l'utilizzo di materiale costruito a regola
d'arte, tutti i dispositivi di rivelazione, concentrazione, segnalazione locale/remota (teletrasmissione),
nonché di controllo (accessi, televisione a circuito chiuso), dovranno rispondere alle norme CEI 79-2, 79-
3 e 79-4. Per attestare la rispondenza alle sopraddette norme, dette apparecchiature dovranno riportare il
previsto marchio di conformità, ove previsto dalle stesse.
Qualora l'apparecchiatura da impiegare non sia contemplata nelle sopra elencate norme, ma esistano
norme di riferimento a livello europeo (CENELEC) oppure internazionale (IEC) essa dovrà essere munita
di dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore.
Tutte le apparecchiature dovranno essere esenti da difetti qualitativi e di lavorazione.
5. *Caratteristiche tecniche degli impianti*
Per quanto attiene alla esecuzione e alla dotazione di impianti sia per gli edifici di tipo residenziale sia per
quelli non a carattere residenziale, il sistema di sicurezza dovrà essere realizzato con un livello di prestazione,
definito di volta in volta dal progetto in funzione della particolare destinazione d'uso ed ai beni da
proteggere presenti (in caso di insufficienza od incompletezza del progetto si farà specifico riferimento
alle norme CEI 79-3).
6. *Installazione*
Si intende per installazione l'insieme delle operazioni di posa in opera dei componenti atti a realizzare
l'impianto antintrusione, antieffrazione ed antifurto così come progettato e commissionato.
7. *Collaudo*
Le verifiche da effettuare a cura del responsabile per il collaudo degli impianti antieffrazione, antintrusione
ed antifurto sulla base della documentazione fornita sono:
a) controllo dell'elenco dei materiali installati e delle relative caratteristiche tecniche;
b) controllo a vista del posizionamento, fissaggio ed accessibilità della centrale digestione, dei singoli
rilevatori e ogni altro dispositivo competente il sistema, con ulteriore verifica della conformità a livello
di prestazione richiesta;
c) controllo dello schema di localizzazione dei cavi e degli schemi dei collegamenti, verifica della completezza
della documentazione tecnica e dei manuali d'uso e tecnici;
d) calcolo teorico dell'autonomia di funzionamento dell'impianto sulla base degli assorbimenti, del tipo
delle batterie e del dimensionamento degli alimentatori installati;
e) controllo operativo delle funzioni concordate ed in particolare:
– risposta dell'impianto ad eventi di allarme;
– risposta dell'impianto ad eventi temporali;
– risposta dell'impianto ad interventi manuali.
8. *Istruzioni per la manutenzione*
Per garantire l'indispensabile continuità di funzionamento degli impianti devono essere fornite le istruzioni
per la loro manutenzione che devono prevedere, come minimo, l'effettuazione di due visite ordinarie
di ispezione all'anno, a partire dalla data di collaudo, da parte di personale specializzato che interverrà
su programma di manutenzione preventiva ovvero su chiamata straordinaria. In fase di manutenzione
preventiva dovranno essere effettuate tutte le operazioni di verifica necessarie per il controllo del buon
funzionamento dell'impianto in generale, ed in particolare:
a) il funzionamento della centrale di gestione con particolare riguardo alle segnalazioni ottiche ed
all'attivazione dei mezzi di allarme;
b) l'efficienza dell'alimentare e lo stato di carica delle batterie;
c) la sensibilità e la portata dei rilevatori;
d) l'efficienza degli organi di segnalazione d'allarme e di comando dei mezzi di trasmissione degli allarmi
e di ogni altro dispositivo componente il sistema.

Art. - Impianti di ascensori, montacarichi, scale e marciapiedi mobili

Art. 41 - Impianto elettrico e di comunicazione interna

Disposizioni generali
1. Il Direttore dei lavori per la pratica realizzazione dell'impianto, oltre al coordinamento di tutte le operazioni
necessarie alla realizzazione dello stesso, dovrà prestare particolare attenzione alla verifica della
completezza di tutta la documentazione, ai tempi della sua realizzazione e ad eventuali interferenze con

altri lavori. Dovrà verificare, inoltre, che i materiali impiegati e la loro messa in opera siano conformi a
quanto stabilito dal progetto.
Al termine dei lavori si farà rilasciare il rapporto di verifica dell'impianto elettrico come precisato nella
«Appendice G» della Guida CEI 64-50, che attesterà che lo stesso è stato eseguito a regola d'arte. Raccoglierà
inoltre la documentazione più significativa per la successiva gestione e manutenzione.
2. Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati a regola d'arte in rispondenza al DLgs 81/2008 e al DM
22 gennaio 2008 n. 37 per come modificato dalla legge n. 133 del 2008. Si considerano a regola d'arte gli
impianti elettrici realizzati secondo le norme CEI applicabili, in relazione alla tipologia di edificio, di locale
o di impianto specifico oggetto del progetto e precisamente:
CEI 11-17: Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata
a 1.500 V in corrente continua.
CEI 64-2: Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione o di incendio.
CEI 103-1: Impianti telefonici interni.
CEI 64-50: Edilizia residenziale - Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori,
ausiliari e telefonici.
Vanno inoltre rispettate le disposizioni del DM del 16 febbraio 1982 e della legge n. 818 del 7 dicembre
1984 per quanto applicabili.
3. Ai sensi del DM del 22 gennaio 2008 n. 37, della legge 17/2007, "Regolamento di attuazione della legge
17/2007, in materia di sicurezza degli impianti" e del DM 20 febbraio 1992 "Approvazione del modello
di conformità dell'impianto alla regola dell'arte di cui all'art. 7 del regolamento di attuazione della
legge 17/2007, recante norme per la sicurezza degli impianti", dovrà essere utilizzato materiale elettrico
costruito a regola d'arte ovvero sullo stesso materiale deve essere stato apposto un marchio che ne attesti
la conformità, ovvero quest'ultimo deve aver ottenuto il rilascio di un attestato di conformità da parte di
uno degli organismi competenti per ciascuno degli stati membri della Comunità Economica Europea, oppure
deve essere munito di dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore. I materiali non previsti
nel campo di applicazione della legge 18 ottobre 1977, n. 791 e per i quali non esistono norme di riferimento
dovranno comunque essere conformi alla legge n. 186/68.
Tutti i materiali dovranno essere esenti da difetti qualitativi e di lavorazione.
Caratteristiche tecniche degli impianti e dei componenti
4. *Criteri per la dotazione e predisposizione degli impianti*
Nel caso più generale gli impianti elettrici utilizzatori prevedono: punti di consegna ed eventuale cabina
elettrica; circuiti montanti, circuiti derivati e terminali; quadro elettrico generale e/o dei servizi, quadri
elettrici locali o di unità immobiliari; alimentazioni di apparecchi fissi e prese; punti luce fissi e comandi;
illuminazione di sicurezza, ove prevedibile.
Con impianti ausiliari si intendono:
– l'impianto citofonico con portiere elettrico o con centralino di portineria e commutazione al posto
esterno;
– l'impianto videocitofonico;
– l'impianto centralizzato di antenna TV e MF.
L'impianto telefonico generalmente si limita alla predisposizione delle tubazioni e delle prese.
È indispensabile per stabilire la consistenza e dotazione degli impianti elettrici, ausiliari e telefonici la definizione
della destinazione d'uso delle unità immobiliari (ad uso abitativo, ad uso uffici, ad altri usi) e la
definizione dei servizi generali (*servizi comuni*: portinerie, autorimesse, box auto, cantine, scale, altri;
servizi tecnici: cabina elettrica; ascensori; centrali termiche, idriche e di condizionamento; illuminazione
esterna ed altri).
Quali indicazioni di riferimento per la progettazione degli impianti elettrici, ausiliarie telefonici, ove non
diversamente concordato e specificato, si potranno assumere le indicazioni formulate dalla Guida CEI per
la dotazione delle varie unità immobiliari e per i servizi generali.
Sulla necessità di una cabina elettrica e sulla definizione del locale dei gruppi di misura occorrerà contattare
l'Ente distributore dell'energia elettrica. Analogamente per il servizio telefonico occorrerà contattare
la Telecom.
5. *Criteri di progetto*
Per gli impianti elettrici, nel caso più generale, è indispensabile l'analisi dei carichi previsti e prevedibili
per la definizione del carico convenzionale dei componenti e del sistema. Con riferimento alla configurazione
e costituzione degli impianti, che saranno riportate su adeguati schemi e planimetrie, è necessario il
dimensionamento dei circuiti sia per il funzionamento normale a regine, che per il funzionamento anomalo
per sovracorrente.
Ove non diversamente stabilito, la caduta di tensione nell'impianto non deve essere superiore al 4% del
valore nominale.
È indispensabile la valutazione delle correnti di corto circuito massimo e minimo delle varie parti
dell'impianto. Nel dimensionamento e nella scelta dei componenti occorre assumere per il corto circuito
minimo valori non superiori a quelli effettivi presumibili, mentre per il corto circuito massimo valori non
inferiori ai valori minimali eventualmente indicati dalla normativa e comunque non inferiori a quelli effettivi
presumibili.
È opportuno:
– ai fini della protezione dei circuiti terminali dal corto circuito minimo, adottare interruttori automatici
con caratteristica L o comunque assumere quale tempo d'intervento massimo per essi 0,4 s;
– ai fini della continuità e funzionalità ottimale del servizio elettrico, curare il coordinamento selettivo
dell'intervento dei dispositivi di protezione in serie, in particolare degli interruttori automatici differenziali.
Per gli impianti ausiliari e telefonici saranno fornite caratteristiche tecniche ed elaborati grafici (schemi o
planimetrie).
6. *Criteri di scelta dei componenti*
I componenti devono essere conformi alle prescrizioni di sicurezza delle rispettive norme e scelti e messi
in opera tenendo conto delle caratteristiche di ciascun ambiente (ad esempio gli interruttori automatici rispondenti
alle norme CEI 23-3, le prese a spina rispondenti alla norma CEI 23-5/17, gli involucri di protezione
rispondenti alle norme CEI 70-1).
Integrazione degli impianti elettrici, ausiliari e telefonici nell'edificio
7. *Generalità sulle condizioni di integrazione*
Deve essere curata la più razionale integrazione degli impianti elettrici, ausiliari e telefonici nell'edificio e
la loro coesistenza con le altre opere ed impianti. A tale scopo dovranno essere formulate indicazioni generali
relative alle condutture nei montanti (sedi, canalizzazioni separate, conduttori di protezione ed altre)
o nei locali (distribuzione a pavimento o a parete, altre). Per la definizione di tali indicazioni si può
fare riferimento alla Guida CEI 64-50 ove non diversamente specificato.
È opportuno, in particolare, che prima dell'esecuzione e nel corso dei lavori vengano assegnati agli impianti
elettrici spazi adeguati o compatibili con quelli per gli altri impianti tecnici, onde evitare interferenze
dannose ai fini dell'installazione e dell'esercizio.
8. *Impianto di terra*
È indispensabile che l'esecuzione del sistema dispersore proprio debba aver luogo durante la prima fase
delle opere edili durante la quale è ancora possibile interrare i dispersori stessi senza particolari opere di
scavo o di infissione e quando inoltre, se del caso, possono essere eseguiti i collegamenti dello stesso ai
ferri dei plinti di fondazione, utilizzando così dispersori naturali.

I collegamenti di equipotenzialità principali devono essere eseguiti in base alle prescrizioni della norma
CEI 64-8.
Occorre preoccuparsi del coordinamento per la realizzazione dei collegamenti equipotenziali, richiesti per
tubazioni metalliche o per altre masse estranee all'impianto elettrico che fanno parte della costruzione; è
opportuno che vengano assegnate le competenze di esecuzione.
Si raccomanda una particolare cura nella valutazione dei problemi di interferenza trai vari impianti tecnologici
interrati ai fini della corrosione. Si raccomanda inoltre la misurazione della resistività del terreno.
9. *Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche*
Nel caso tale impianto fosse previsto, esso deve essere realizzato in conformità alle disposizioni del DM
37/2008. È opportuno predisporre tempestivamente l'organo di captazione sulla copertura ed adeguate
sedi per le calate, attenendosi alle distanze prescritte dalle norme CEI 81-1. Si fa presente che le suddette
norme prevedono anche la possibilità di utilizzare i ferri delle strutture edili alle condizioni indicate al
punto 1.2.17 della norma stessa.
Art. - Impianto di riscaldamento
Art. - Impianti di climatizzazione
Art. - Lavori compensati a corpo
Art. 41 - Lavori diversi non specificati nei precedenti articoli
Per tutti gli altri lavori previsti nei prezzi d'elenco, ma non specificati e descritti nei precedenti articoli,
che si rendessero necessari, si seguiranno le seguenti prescrizioni:
.....
..... .
.....
.....
.....
.....
.....
.....
Art. 42 - Lavori eventuali non previsti
Per l'esecuzione di categorie di lavoro non previste e per le quali non siano stati convenuti i relativi prezzi,
o si procederà al concordamento dei nuovi prezzi secondo le prescrizioni DLgs 163/2006, ovvero si
provvederà in economia con operai, mezzi d'opera e provviste forniti dall'Appaltatore (a norma DLgs
163/2006) o da terzi.
Gli operai forniti per le opere in economia dovranno essere idonei ai lavori da eseguirsi e provvisti dei
necessari attrezzi.
Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio dovranno essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti
gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.
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.
I mezzi di trasporto per i lavori in economia dovranno essere forniti in pieno stato di efficienza.
PARTE III - ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI
Art. 43 - Ordine da tenersi nell'andamento dei lavori
In genere l'Appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli
perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché esso, a giudizio della Direzione, non riesca pregiudizievole
alla buona riuscita delle opere ed agli interessi dell'Amministrazione.
L'Amministrazione si riserva, in ogni modo, il diritto di ordinare l'esecuzione di un determinato lavoro
entro un prestabilito termine di tempo o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà
più conveniente, specialmente in relazione alle esigenze dipendenti dalla esecuzione di opere ed alla consegna
delle forniture escluse dall'appalto, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta
di speciali compensi.
L'Appaltatore presenterà alla Direzione dei Lavori per l'approvazione, prima dell'inizio lavori, il programma
operativo dettagliato delle opere e dei relativi importi a cui si atterrà nell'esecuzione delle opere,
in armonia col programma di cui all'art. 42 del DLgs 163/2006.
CAPO IV - Gli accertamenti analitici e diagnostici
Art. 1 - Gli accertamenti analitici e diagnostici - generalità
Il progetto di restauro dovrà, obbligatoriamente, essere redatto in stretta relazione con la campagnad'indagini
diagnostiche eseguita sul manufatto oggetto d'intervento preliminarmente all'inizio dei lavori.
Non dovrà esistere, perciò, la distinzione tra il progetto di restauro e il progetto di
indaginediagnostica (questo ultimo non dovrà essere riservato soltanto ai monumenti di riconosciuto valore
storico, ma anche a quei manufatti, cosiddetti minori, che partecipano a comporre il tessuto dei centri
storici). La redazione di un pre-progetto, in grado di leggere e "svelare" il manufatto, garantirà una diagnosi
corretta ed accurata dei meccanismi innescanti il deperimento così da poter intervenire su di essi
con soluzioni più efficienti. Il progetto di indagine diagnostica non dovrà essere circoscritto alle sole indagini
preliminari, ma dovrà essere concepito come parte integrante del progetto seguendo per questo, di
volta in volta, le procedure previste, controllandone l'efficacia (collaudi in corso d'opera), ispirando, casomai,
nuove soluzioni. Per ulteriori criteri generali inerenti l'applicazione delle prove non distruttive si
rimanda a quanto enunciato nel documento NorMaL 42/93.
Solo comparando, soprapponendo e mettendo in relazione i dati assimilati, mediante idonee competenze e
professionalità, sarà possibile redigere documenti e relazioni determinanti per progettare e programmare
un valido progetto di restauro. Il progetto diagnostico dovrà essere preparato per tempo (legge 109/1994
prevede il progetto di diagnostica all'interno del progetto definitivo; art. 16, par. 4), così da fornire
un'anamnesi appropriata del manufatto analizzato, e di conseguenza governare il progetto esecutivo
d'intervento.
Nel caso in cui le indagini diagnostiche siano previste negli elaborati di progetto ovvero, espressamente
richieste dalla D.L. 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 la D.L. in relazione
al tipo di procedura da mettersi in opera e all'eventuale zona del prelievo. Una 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 della D.L.
Nei casi in cui le indagini richiedessero l'esecuzione di minimi prelievi di materiale questi, potranno essere
eseguiti solo dietro specifica autorizzazione e se, a parere della D.L. non fosse possibile apprendere i
dati in oggetto in maniera differente. In ogni modo non dovrà essere tollerato il ricorso sistematico a tecniche
distruttive. In presenza di manufatti di particolare valore storico, architettonico, archeologico o documentario
i suddetti campioni di materiale dovranno essere prelevati seguendo le prescrizioni indicate
nel documento NorMaL 3/80 così riassunte: – 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; 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.
Le indagini conoscitive si divideranno in due categorie: – indagini distruttive: le indagini di tipo invasivo
o "distruttivo", si basano sull'esigenza di operare un'ispezione diretta e necessitano di veri e propri campioni
da sottoporre ad analisi chimico-fisiche di laboratorio. La necessità di reperire un campione comporta,
seppure in maniera limitata e circoscritta, la compromissione ulteriore dello stato di degrado del
manufatto oggetto di studio. Quando l'indagine si prefigge lo scopo di immagazzinare una grande quantità
di dati dovrà essere prelevato, e successivamente esaminato, un consistente numero di campioni; tale
operazione causerà inevitabilmente un'alterazione dello stato conservativo nonché un disagio a chi, eventualmente,
risiede nel manufatto. L'individuazione puntuale di deterioramenti e di fattori degenerativi non
consente una facile composizione del quadro globale il quale dovrà essere rappresentato per interpolazione
tra situazioni campione e per deduzioni. Il vantaggio di questo metodo risiede nel fatto che su un campione
sarà possibile compiere numerose prove di laboratorio e, quindi, ricavare un numero elevato
d'informazioni; – indagini non distruttive: si possono definire indagini non distruttive tutte quelle tecni101
che la cui applicazione non compromette l'integrità funzionale della struttura e, allo stesso tempo, non
implica il danneggiamento o l'alterazione dell'aspetto di parti di essa. Dovrà, necessariamente, esistere
una correlazione dimensionale tra la grandezza dell'oggetto indagato e la traccia lasciata dall'indagine. Le
tecniche di indagine non distruttive non eliminano del tutto le prove "distruttive", in quanto spesso si rende
necessario accostarle anche a prove in laboratorio su provini prelevati in situ; in questi casi però, non si
rischia di prelevare campioni non caratterizzanti in quanto, la scelta viene guidata dai dati ricavati dalle
indagini precedenti. Questo tipo d'indagine presenta due qualità importanti: non compromette lo stato di
fatto dell'edificio neanche a livello statico e limita molto le intromissioni con le attività interne
dell'edificio. In linea di massima le indagini non distruttive potranno essere ulteriormente suddivise in
passive (o non invasive) e in immagini attive (o invasive): le prime annoteranno e quantificheranno i fenomeni
fisici rilevabili senza interventi artificiali di stimolazione; quelle attive, invece, richiederanno, anche
se in minima misura, sollecitazioni artificiali di natura diversa in relazione dai fenomeni fisici che la
strumentazione in oggetto sarà in grado di rilevare.

Art. 2 - Indagini in situ atte ad approfondire la conoscenza sulle stratificazioni dell'edificato e sulle caratteristiche strutturali e costruttive

Per quanto concerne l'esecuzione e l'eventuale interpretazione delle immagini riprese, dei dati e di tutte le
informazioni raccolte durante la campagna diagnostica sarà indispensabile che l'appaltatore si affidi ad
operatori esperti e qualificati che abbiano piena coscienza specifica degli strumenti da utilizzare, dei materiali
e delle strutture da indagare. Questo, fondamentalmente, sarà legato al fato che sovente le immagini
viste e/o trasmesse dagli strumenti si rileveranno alquanto falsate e non sempre di facile interpretazione
per gli "non addetti" ai lavori.

ANALISI NON DISTRUTTIVE

Art. 2.1 Indagine Stratigrafica

Nei casi in cui il progetto richieda un'indagine stratigrafica indirizzata a dedurre la sequenza degli strati e
la configurazione di intonaci e coloriture (operazione necessaria specialmente quando si tratta di definire
il piano del colore delle superfici esterne) dovrà essere eseguita una campionatura,circoscritta alle zone
meno colpite dagli agenti atmosferici o antropici (ad es. sottogronda, sotto i balconi ecc.), delle superfici
indagate. In linea generale dovrà essere escluso il prelievo al piano terra; questo livello, a causa del degrado
antropico (graffiti od affissioni deturpanti), presenta sovente più strati di tinta dovuti a manutenzioni
frequenti.
La procedura prevede la definizione dei campioni (circa 5 x 5 cm) sulla superficie; il primo campione (di
cui dovrà essere inciso solo un lato) verrà lasciato integro come testimonianza dello stato di fatto accertato,
il secondo dovrà essere semplicemente pulito così da asportare eventuali depositi causa di alterazioni
cromatiche dell'ultimo strato, il terzo dovrà essere inciso perimetralmente, ricorrendo all'uso di un bisturi
e di una riga metallica, così da poter asportare il primo strato. L'operazione proseguirà sino ad arrivare al
supporto facendo attenzione a segnalare eventuali strati intermedi di imprimitura rilevabili tra strato e
strato.
Ogni strato rilevato dovrà essere opportunamente numerato e fotografato (utilizzando fotocamerareflex
con pellicola a colori 100 ASA o fotocamera digitale con risoluzione minima 5,0 megapixel) con relativa
riproduzione della banda di riferimento "Kodak color control". Le indicazioni desunte dovranno essere
trasferite su grafici in scala, l'indagine dovrà concludersi con la redazione di una scheda, per ogni campione,
in grado di segnalare, per ogni strato individuato, la successione delle cromie e dei livelli, la relazione
tra le parti (ovvero tra unità stratigrafiche e gli avvicendamenti subiti dal manufatto nel tempo) e la
comparazione con quanto desunto alle indagini storiche realizzate.

Art. 2.2 Indagine termografica (o termovisione)

L'indagine termografica è un'analisi di tipo qualitativo, rigorosamente "non distruttiva", a carattere estensivo
(fornirà tutti i dati che rientreranno all'interno del quadro dell'obiettivo rilevatore), di rapida esecuzione
che consente, in tempo reale, di acquisire informazioni globali e/o parziali a seconda del contesto e
dello scopo dello studio. Questa analisi si basa sul principio della termodinamica per il quale ogni corpo è caratterizzato da una propria emissione termica in relazione della
sua temperatura superficiale, che a sua volta sarà condizionata dalla conducibilità termica e dal calore
specifico di ogni materiale; questi due ultimi parametri interpretano, rispettivamente, la tendenza del materiale
a trasmettere o a trattenere il calore. Le diversità riscontrate nell'emissione, dovute alla conducibilità
termica e al calore specifico, saranno riferite ai diversi materiali (laterizio, pietra, malta, legno ecc.)
che compongono la struttura e/o la superficie indagata.
La termografia opererà nella banda delle radiazioni infrarosse (I.R.) e permetterà la visualizzazione di
immagini non comprese nel campo del visibile (ovvero nella banda di radiazioni elettromagnetiche comprese
tra 0,4 e 0,75 micron) ma estese in quello dell'infrarosso ed in particolare alla regione spettrale
102
compresa tra 2 e 5,6 micron per la short wave (infrarosso corto) e tra 8 e 12 micron per la long wave (infrarosso
lungo). Se non diversamente specificato sarà consigliabile utilizzare strumentazioni sensibili nel
lontano infrarosso in quanto sarà il più lontano possibile dallo spettro della luce visibile e quindi si rileverà
il meno "disturbato". Per ottenere la sensibilità termica ottimale e quindi, un'immagine esente da disturbi,
sarà necessario che il raffreddamento dei rilevatori sia a temperatura più bassa possibile, stabile ed
indipendente dalla temperatura ambientale; i sistemi di raffreddamento dei sensori in uso sono sistemi
criogenici che impiegheranno azoto liquido (-196°C) od argon (-186°C), sistemi a circuito chiuso Stirling
(-150°C) o sistemi termoelettrici (-70°C). Se non diversamente specificato da prescrizioni della D.L. sarà

sconsigliabile eseguire l'indagine in presenza di pioggia, vento e soleggiamento diretto in quanto, in tali
condizioni, è probabile che la differenza di temperatura non sia dovuta ad una disomogeneità di materiali,
ma piuttosto alle diversità di esposizione superficiali.
Apparecchiatura
La strumentazione termografica (la cui sensibilità varierà da -30° a +1000°C), è costituita da una telecamera
ad infrarossi con sistema ottico composta da un obiettivo frontale con focali di diversa lunghezza
(grandangolo o teleobiettivo) ed unico blocco di scansione a prismi rotanti. Le lenti dovranno essere predisposte
per eseguire una prima selezione del campo elettromagnetico. Un semiconduttore convertirà, in
seguito, le radiazioni infrarosse in un segnale video che dopo essere preamplificato verrà, inviato all'unità
di rilevazione.
La registrazione delle immagini termografiche potrà essere eseguita, a seconda delle prescrizioni di progetto,
con un sistema fotografico convenzionale, su nastro magnetico o digitale. L'apparecchiatura potrà
essere utilizzata sia sistemata su idoneo carrello o cavalletto sia spostata direttamente dall'operatore, la
stessa dovrà essere alimentata mediante batteria o, qualora sarà possibile, dalla rete di distribuzione elettrica.
L'immagine si effettuerà riprendendo con la telecamera la superficie oggetto di esame, essa sarà,
immediatamente, visualizzata sul monitor dell'unità di rilevazione e, se non diversamente specificato dalla
D.L., saranno registrate (con prese fotografiche o in videotape) solo le immagini termografiche più significative.
Le radiazioni termiche (I.R.) emesse dalla superficie saranno raccolte con l'ausilio della strumentazione
termografica, che avrà il compito di trasformarle prima, in segnali elettrici e dopo in immagini in bianco e
nero che utilizzeranno una scala di tonalità di grigio (in linea generale le tonalità scure indicheranno le
zone fredde e quelle chiare le zone calde) tali immagini (il termogramma) potranno, inoltre, ove prescritto
dagli elaborati di progetto essere trasportate, attraverso un'interfaccia, su monitor a "falsi colori" con una
scala di riferimento che riporterà sia il campo di temperatura inquadrato per ogni colore sia le rispettive
temperature assolute. Secondo le prescrizioni di progetto o specifiche indicazioni della D.L. sarà cura
dell'appaltare produrre il numero richiesto di stampe fotografiche delle immagini ottenute in video ovvero,
realizzare la digitalizzazione delle stesse mediante specifiche elaborazioni al computer. Se non diversamente
specificato, le immagini riprese per singoli termogrammi dovranno, altresì, essere rimontate in
sequenza di accostamento così da realizzare, mediante mosaicatura, un'immagine continua; le singole
termoimmagini dovranno, necessariamente, essere rese a quadro verticale utilizzando, per questo comuni
software di gestione immagine (sistemi di raddrizzamento, collimazione e referenziazione grafica).
Applicazioni
Questo tipo di indagine potrà essere eseguita su ogni tipo di superficie ed apparecchio murario; andrà, in
ogni caso, tenuto presente che, a seconda del tipo di rivestimento, si potranno ottenere risposte differenti
relative a problematiche diverse; ad esempio, per una superficie intonacata, la temperatura dipenderà contemporaneamente
da una serie di fattori, quali la disomogeneità del materiale al di sotto dell'intonaco,
eventuali distacchi e rigonfiamenti, la presenza di umidità, differenti esposizioni all'irraggiamento diretto,
diversa temperatura di riscaldamento degli ambienti interni, fenomeni di irraggiamento indiretto da parte
di eventuali edifici limitrofi, vortici e correnti d'aria. Un secondo fattore da non sottovalutare che potrà
essere causa di letture falsate sarà l'influenza delle caratteristiche fisico-ambientali limitrofe al manufatto
oggetto di studio (ad es., valori di umidità relativa dell'aria); di conseguenza sarà necessario che il manufatto
sia "forzato" termicamente con una quantità di calore tale da garantire una differenza termica tra la
superficie e l'ambiente circostante di almeno 10°C. Sarà specifica cura dell'appaltatore porre particolare
attenzione qualora si dovessero svolgere indagini su superfici dipinte per le quali la sollecitazione termica
dovrà, necessariamente, essere effettuata nell'assoluto rispetto delle superfici pittoriche, molto sensibili
agli stress termici. In questo caso sarà fondamentale ricorrere a batterie di lampade a bassa potenza non
focalizzate sulla parete da riscaldare e, comunque, localizzate a distanza di sicurezza dalle zone dipinte.
In alcuni casi, laddove la superficie da indagare non sia riscaldata per irraggiamento solare diretto (ad es.,
superfici esterne esposte a nord, superfici in ombra, ambienti chiusi) e dietro specifiche della D.L.
l'appaltatore dovrà, necessariamente, al fine del rilevamento, utilizzare corpi scaldanti (eccitazione termico-
molecolare artificiale). Il riscaldamento dovrà, preferibilmente, utilizzare termoconvettori, in grado di
diffonde uniformemente il calore sulla superficie; l'uso di lampade ad infrarosso dovrà, dove sarà possibile,
essere evitato in quanto comporterebbe un riscaldamento meno omogeneo e, di conseguenza, una lettura
meno efficiente. Secondo le prescrizioni di progetto o di particolari problematiche di cantiere potranno
essere messe in opera tre differenti procedure: – per riflessione: ovvero il corpo scaldante e la telecamera
saranno allocate sullo stesso lato del manufatto: la telecamera rileverà le differenti intensità di luce riflesse
dalla superficie; – per assorbimento: il manufatto sarà precedentemente sottoposto a riscaldamento e
successivamente avverrà la lettura termografica;
– per trasmissione: l'oggetto verrà interposto tra la sorgente scaldante e la strumentazione termografica
così da poter memorizzare sia le radiazioni trasmesse sia quelle emesse.
L'indagine termografica potrà essere richiesta all'Appaltatore al fine di ricavare preziose informazioni
nello studio del degrado dei rivestimenti (intonaci, lastre di pietra, pellicole pittoriche, piastrelle di ceramica
ecc.) e delle strutture murarie evidenziando l'eventuale discontinuità dei distacchi, la stratificazione
delle fasi costruttive (con conseguente lettura dei corpi di fabbrica aggiunti) individuando al disotto della
superficie intonacata sia elementi architettonici e/o strutturali (quali ad es. ammorsature tra le tessiture
murarie, architravi, piattabande, colonne o pilastri, inserti in legno, catene in ferro, archi di scarico ecc.),
sia i differenti materiali componenti le murature (ad es. corsi di malta, pietra, mattoni, zanche ecc.); inoltre
potrà essere richiesto di rilevare la presenza di eventuali tamponature di porte e finestre, la presenza di
fodere e "rimpalli" murari, la tipologia dell'apparecchio murario, orditura dei solai o centinature di coperture
volate celate da controsoffitti, le cavità, le discontinuità murarie e/o strutturali, le buche pontaie occluse,
le canne fumarie in uso o in disuso, i distacchi i vuoti, le sbollature sotto lo strato corticale (tutti
indagati sfruttando le proprietà coibenti dell'aria a riposo), nonché l'analisi dell'impiantistica mirata alla
individuazione dei tracciati e delle canalizzazioni di impianti idrico-sanitari e termici in fase di esercizio,
l'andamento delle dispersioni termiche (per le quali sarà conveniente operare il rilievo nella stagione invernale,
quando nei locali interni sarà in funzione il riscaldamento), la distribuzione dell'umidità (una
muratura bagnata sarà sempre più fredda di una asciutta in quanto le zone asciutte e quelle umide danno
luogo a differenti flussi di emissione termica) e l'identificazione dei ponti termici. L'appaltatore dovrà,
ove sarà richiesto, accertare, altresì, la presenza sulle superfici intonacate e sulle pietre calcaree, di zone
solfatate, riconoscibili dalla temperatura puntuale che saràdissimile rispetto a quella di zone carbonatiche.
Oltre che in fase preliminare l'indagine termografica potrà essere prescritta dagli elaborati di progetto nella

fase di controllo-collaudo ad esempio, per visualizzare i percorsi preferenziali del materiale iniettato
come consolidante e l'immediata segnalazione del formarsi di eventuali sacche e/o distacchi.
Specifiche
L'indagine termografica permetterà di arricchire il rilievo con carte tematiche specifiche quali la carta
delle "fughe termiche" (ponti termici e zone di condensa), la carta delle discontinuità strutturali, la carta
dell'umidità (con particolare attenzione verso le concentrazioni "anomale), il quadro fessurativo ecc. Al
termine dell'indagine, sarà cura dell'appaltatore restituire le informazioni ottenute nella forma prescritta
dagli elaborati di progetto (dovrà obbligatoriamente, in ogni caso, essere presente la relazione di interpretazione
dati); nell'eseguire la suddetta indagine l'appaltatore dovrà attenersi alle raccomandazioni Nor-
MaL 42/93.

Art. 2.3 Indagine endoscopica

L'indagine endoscopica è un'analisi analitica di tipo puntuale, di norma "non distruttiva", che permette
l'esplorazione di cunicoli e cavità comunicanti con l'esterno ma non raggiungibili dalla visione diretta.
Gli endoscopi, utilizzati in edilizia, sono strumenti ottici, elettronici o a fibre ottiche progettati per raggiungere
cavità inaccessibili all'osservazione diretta e possono avere diametri molto ridotti che variano da
pochi centimetri a qualche millimetro. Oltre al sistema ottico per l'ispezione, l'endoscopio dovrà essere
dotato di una testina luminosa (in modo da consentire l'illuminazione dell'interno del foro o
dell'intercapedine indagata) e di un sistema di riferimento (posto o sull'oculare o sull'obiettivo) per la
stima dimensionale dell'immagine nonché, di idonei sistemi fotografici (preferibilmente fotocamera digitale
ad alta risoluzione minimo 5,0 megapixel) o di registrazione (videocamera digitale) applicati
all'oculare.
Apparecchiatura
Gli endoscopi potranno essere classificati in tre tipi base con caratteristiche differenti e con diverse possibilità
operative: – rigido (boroscopio): si ricollega ai sistemi ottici tradizionali (essenzialmente simile al
periscopio) è costituito da una sonda rigida dotata di un obiettivo unito ad uno o più prismi ed a più gruppi
ottici che trasportano l'immagine al piano focale di un oculare esterno. Di norma questo strumento potrà
essere prolungato fino ad arrivare ad alcuni metri di lunghezza (circa 8 m), tale misura sarà
intrinsecamente legata al suo diametro dato che il potere risolutivo dell'immagine all'oculare sarà notevolmente
influenzata dalla luminosità stessa. L'illuminazione (che potrà essere a luce calda o a luce fredda)
sarà garantita da una lampadina montata di norma accanto alla testa della sonda. Il sistema a luce

calda presenterà sia il vantaggio di non alterare i colori dei materiali indagati, sia di garantire una buona
visione, al contempo però potrebbe presentare l'inconveniente di surriscaldare determinati materiali (ad
es. il legno) e di denunciare una "zona d'ombra" della sonda nel punto dove è alloggiata la lampadina. La
luce fredda non avrà nessuna zona d'ombra e non apporterà calore ai materiali ma presenterà lo svantaggio
di una resa luminosa minore nonché una notevole alterazione dei colori.
– flessibile (fibroscopio): le immagini e l'illuminazione saranno trasmesse con fasci di fibre ottiche (il fascio
centrale avrà il compito di trasferire l'immagine mentre quello radiale servirà ad illuminare l'area
oggetto di studio); questi tipi non saranno, di norma, prolungabili, ma presenteranno il notevole vantaggio
di avere delle dimensioni estremamente ridotte (f 6-8 mm) e di adattarsi alla variazione di linearità del
foro; questo tipo si rileverà utile qualora si dovrà indagare cavità preesistenti sfruttando fori irregolari o
fessure già formate; – videoscopio: variante-evoluzione dell'endoscopio flessibile è costituito oltre che da
una sonda endoscopica flessibile da un videoprocessore (che ha lo scopo di elaborare i segnali luminosi
trasmessi dalla sonda) e da un monitor. Le immagini ricostruite sul video possono essere registrate su
sopporti magnetici o essere sottoposte a tecniche image processing. Così come nell'endoscopio flessibile
la testa della sonda è comandata dall'esterno.
Applicazioni
L'uso di questo strumento si rileverà utile all'appaltatore per eseguire una serie d'indagini di tipo non distruttivo
come, ad esempio: la verifica dello spessore delle lastre di rivestimento, la natura e lo stato di
conservazione della muratura e del suo allettamento, il controllo degli appoggi dei solai (ispezionando la
geometria celata da controsoffitti), l'ispezione delle condutture d'impianti, intercapedini, canne fumarie
ecc. Questa tecnica si rileverà molto valida se combinata ad altre tecniche diagnostiche, come ad esempio
la termografia. Se non diversamente specificato da prescrizioni di progetto, le immagini memorizzate dovranno
essere trasportate, o direttamente registrate, anche su supporto informatico e rielaborate mediante
l'impiego di un computer. Questo tipo di archiviazione garantirà sia l'acquisizione di dati fissi e fruibili
per successive analisi e/o confronti, sia di ridefinire, anche in un secondo momento, il processo analitico;
queste immagini potranno, infine, essere, sottoposte a tecniche di trattamento di immagine digitale in modo
che, grazie a sistemi di selezione cromatica, risulteranno in grado di mostrare l'eventuale esistenza di
dettagli morfologici e strutturali indistinguibili all'esame macroscopico diretto.
Specifiche
Al fine di favorire l'uso di endoscopi l'appaltatore, dietro specifica autorizzazione della D.L., potrà eseguire
dei fori (con trapano ad esclusiva rotazione) o dei micro-carotaggi (generalmente di dimensioni
comprese tra 8 e 16 mm). Al termine dell'indagine, sarà cura dell'appaltatore fornire una soddisfacente
documentazione fotografica o filmata sull'analisi nonché, restituire le informazioni ottenute nella forma
prescritta dagli elaborati di progetto (dovrà obbligatoriamente, in ogni caso, essere presente la relazione di
interpretazione dati).

Art. 2.4 Indagine magnetometrica (o magnetoscopia)

Tecnica analitica "non distruttiva" consente il rilevamento di materiali ferromagnetici e non nascosti
all'interno di materiali inerti, quali le murature e i conglomerati. Il principio su cui si basa è quello
dell'induzione elettromagnetica, ovvero della capacità di un campo magnetico di indurre una corrente
elettrica e viceversa. L'indagine potrà essere eseguita secondo le prescrizioni di progetto tramite un magnetometro
o un metal-detector ovvero uno strumento composto da un oscillatore che genererà corrente
ad alta frequenza attraverso una bobina; in presenza di metalli si avrà un forte assorbimento di corrente,
proporzionale al quadrato della distanza. Dietro indicazioni della D.L. potrà essere utilizzato un apparecchio portatile leggermente più complesso, alimentato con batterie interne,
composto da una sonda collegata via cavo con la centralina di misura; la sonda sarà costituita da una
bobina che emetterà una frequenza di valore opportuna e di una seconda bobina normale a questa. Il magnetometro
a doppia bobina sarà in grado di indagare più in profondità rispetto al metal detector monobobina.
L'indagine avverrà passando, meticolosamente, con movimento lento e regolare la sonda sulla
superficie da investigare (sarà, pertanto, necessario un continuo contatto con la superficie da indagare);
l'eventuale presenza di metalli nell'area d'influenza farà mutare il voltaggio della bobina secondo un rapporto
diametro/copertura dell'oggetto metallico; vale a dire: il segnale elettrico emesso sarà in funzione
della dimensione e della profondità dell'elemento; tali variazioni verranno visualizzate sull'unità di rilevamento

attraverso un indicatore di tipo analogico. L'indagine magnetometrica sarà a carattere puntuale
cioè, il dato ottenuto si riferirà a ciò che sarà investito dal campo elettromagnetico, che coincide con la
dimensione della sonda e non permetterà, pertanto, di valutare lo stato di degrado o di corrosione
dell'elemento metallico.
Applicazioni
Negli edifici storici, l'appaltatore potrà essere chiamato ad utilizzare tale tecnica al fine di rilevare le tubature
(in ghisa grigia, piombo, rame, ferro ecc.) all'interno delle murature, verificare l'esistenza di zan105
che, chiodature, staffature od elementi metallici di ancoraggio tra lastre di rivestimento e la struttura portante
od ancora per precise localizzazioni (con relativi dimensionamenti) di rinforzi di natura metallica
come tiranti, catene o capochiavi annegati nella muratura od ancora spallette metalliche di sostegno di
nuove aperture. All'appaltatore potrà, anche, essere richiesta di eseguire l'indagine, mediante un particolare
magnetometro detto "pacometro", al fine di individuare le gabbie di armatura nelle strutture di cemento
armato (il pacometro sarà, infatti, in grado di rilevare numero e diametro dei ferri e lo spessore del
copriferro, anche se, in caso di più barre ravvicinate, l'operazione dovrà essere eseguita con particolare
attenzione in quanto, i segnali di localizzazione potranno influenzare la stima del copriferro). Il rilievo
con magnetometro eseguibile su manufatti con fregi decorativi e/o pittorici dovrà, necessariamente, essere
governato dall'uso di apparecchi contraddistinti da emissioni di onde elettromagnetiche a bassissima frequenza
e ridotta potenza.
Specifiche
Questo tipo d'indagine da utilizzare preferibilmente come completamento ad altre (ad es. termografia)
presenterà i limiti di essere fortemente sensibile ai forti sbalzi di temperatura e ai forti campi elettromagnetici
nonché sarà praticamente inutilizzabile per indagare oltre i 10-12 cm di profondità. Qualsiasi sia la
natura dello strumento l'appaltatore dovrà rispettare le istruzioni d'uso fornite dal produttore nonché segnalare
i ritrovamenti su apposita carta tematica. Al termine dell'indagine, sarà cura dell'appaltatore restituire
le informazioni ottenute nella forma prescritta dagli elaborati di progetto (dovrà obbligatoriamente,
in ogni caso, essere presente la relazione d'interpretazione dati).

Art. 2.5 Indagine georadar

L'indagine georadar (GPR Ground Penetreting Radar) è una metodologia geofisica di rilevazione elettromagnetica,
rigorosamente "non invasiva" di carattere qualitativo (consentirà, infatti, 'interpretazione
delle caratteristiche delle differenti "riflessioni" sotto forma di geometria e di intensità del segnale ricevuto)
ed esteso (nonostante l'area analizzata sia circoscritta alla superficie d'appoggio dell'antenna ricetrasmittente,
la registrazione avverrà facendo passare l'antenna su vasti tracciati d'indagine). Il principio su
cui si basa sarà quello delle onde elettromagnetiche ad alta frequenza che verranno inserite, riflesse e ricevute,
così da acquisire dati sulla natura e lo stato fisico d'elementi al di sotto delle superfici di finitura
quali intonaci, rivestimenti lapidei, pavimenti ecc. La propagazione delle onde elettromagnetiche si legherà
alle costanti dielettriche, proprie dei materiali, derivate, a loro volta, dallo stato fisico dei materiali
stessi (conducibilità, porosità, densità, permeabilità ecc.) di conseguenza, maggiore sarà la differenza tra
le caratteristiche elettromagnetiche degli elementi che compongono l'oggetto di indagine maggiore sarà la
facilità e l'esattezza di registrazione dati (ad es. aria-pietra o pietra-metallo).
Apparecchiatura
Il dispositivo trasmittente-ricevente (antenna) collegato, per mezzo di un cavo in fibre ottiche, ad un'unità
centrale (registratore magnetico e restitutore grafico) invierà una serie ininterrotta di impulsi elettromagnetici
all'interno del manufatto ovvero del terreno. In presenza di superfici di discontinuità una prima
quota di energia verrà riflessa e raccolta dalla sezione ricevente dell'antenna contemporaneamente, la
porzione rimanente entrerà più a fondo per essere "specchiata" da un piano sottostante. Simultaneamente
ai movimenti-rivelatori dell'antenna il registratore magnetico registrerà il segnale che verrà riprodotto da
quello grafico il quale darà vita ad una sezione continua spazio-tempo, nella quale saranno osservabili le
"impronte" delle diverse riflessioni o, in ogni caso, delle anomalie delle risposte. Ogni singola sezione
riporterà sull'asse delle ascisse i valori della lunghezza mentre su quello delle ordinate la profondità; le
intensità di riflessioni saranno ben riconoscibili con scale di colore o con differenti tonalità di grigio. Ove
richiesto dalle prescrizioni di progetto sarà cura dell'appaltatore rielaborare le informazioni acquisiste con
idonee ricostruzioni 3D.
Le antenne che l'appaltatore dovrà, necessariamente, utilizzare dovranno essere diverse in rapporto alla
profondità d'analisi e al tipo di obiettivo richiesto dalle prescrizioni di progetto; le frequenze andranno da
100 a 1500 MHz (per indagini di tipo archeologico se non diversamente specificato si utilizzeranno antenne
con frequenza compresa tra i 100 e i 400 MHz con profondità di indagine variabile da pochi metri a
qualche decina di metri; per rilievi su manufatti architettonici le frequenze di esercizio saranno comprese
tra i 500 e i 1500 MHz con profondità non superiori, di norma, a 1,5 m) tenendo presente, però, che più
bassa sarà la frequenza più aumenterà il grado di penetrazione del segnale, ma, contemporaneamente, diminuirà
in proporzione, il grado di definizione e la sensibilità di rilevazione.
Applicazione
La procedura esecutiva del rilievo radar consterà nell'esecuzione di una sequenza di sezioni radarstratigrafiche
da spostare lungo percorsi di rilievo prestabiliti dagli elaborati di progetto al fine di produrre profili
delle superfici indagate. L'antenna ricetrasmittente dovrà scorrere su un'area sufficientemente piana e
liscia seguendo movimenti continui e abbastanza lenti. I fattori principali che l'appaltatore dovrà valutare
per operare una rilevazione georadar sono: spessore del mezzo da indagare, la dimensione dell'obiettivo
106
da ricercare e relative caratteristiche elettromagnetiche. All'appaltatore potrà essere fatta richiesta di utilizzare
l'indagine georadar nei seguenti campi: – archeologia con l'individuazione di siti archeologici sepolti
(in concomitanza di altri tipi di indagini quali l'interpretazione aereofotogrammetrica) e il rilievo di
preesistenze inaccessibili; – ambiente al fine di accertare la presenza di cavità, camminamenti, localizzazione
di ordigni bellici inesplosi, presenza di elementi che potrebbero essere di intralcio a procedure di
interramento cavi;
– architettura/restauro al fine di accertare nelle sezioni verticali la presenza di cavedi, canne fumarie, impianti
sotto traccia, stratigrafia e classificazione delle murature con identificazione delle superfici di separazione
dei differenti materiali, rilievo di elementi di continuità quali fessurazioni, fratture e lesioni,
l'eventuale presenza di zone umide, nonché per il controllo dell'ancoraggio di lastre di rivestimento ovvero
rinforzi di natura metallica come tiranti, catene o capochiavi. In fase di controllo-collaudo potrà essere
prescritta per visualizzare i percorsi preferenziali del materiale iniettato come consolidante. Nelle strutture
orizzontali, invece, potrà essere richiesta al fine di determinare locali interrati, antiche fondazioni, stratigrafie
di pavimenti e di solai con l'individuazione delle strutture primarie e secondarie, inoltre, nelle strutture
voltate potrà, essere richiesta per stimare lo spessore del riempimento e della struttura portante.
Specifiche

Questo tipo di indagine dovrà essere, preferibilmente, utilizzata come completamento di indagini storiche
ed archivistiche dalle quali sarà possibile, sia ricavare informazioni per indirizzare la scansione nonché
minimizzare eventuali operazioni di scavo, sia trarre giustificazioni di quanto rilevato dal georadar. Qualsiasi
sia la natura dello strumento l'appaltatore dovrà rispettare le istruzioni d'uso fornite dal produttore.
Al termine dell'indagine, sarà cura dell'appaltatore restituire le informazioni ottenute nella forma prescritta
dagli elaborati di progetto (dovrà obbligatoriamente, in ogni caso, essere presente la relazione di interpretazione
dati).

Art. 2.6 Indagine tomografica sonica

L'indagine tomografia sonica è una tecnica rigorosamente "non distruttiva" che si basa sulla trasmissione
e successiva ricezione d'onde elastiche con frequenza inferiore ai 5 kHz passanti nell'oggetto da studiare.
La tomografia sonica indagherà il manufatto con una rete molto fitta di misure so iche che
attraverseranno la medesima sezione con diverse angolazioni. La strumentazione sarà quella utilizzata per
le normali indagini soniche; al fine di ridurre i tempi di acquisizione dati potrà essere indicato utilizzare
un sistema di registrazione multicanale che raccolga simultaneamente i segnali. Il risultato finale si concretizzerà
nella rappresentazione delle velocità per sezioni indagate (ricostruibili in 3D) secondo una scala
cromatica prefissata (che potrà variare dal magenta al blu indicando il primo basse velocità e il secondo
alte velocità). Valori bassi della velocità mostreranno la variazione negativa delle caratteristiche elastiche
e meccaniche indicando un possibile deterioramento della struttura.
Per assicurare un risultato attendibile sarà cura dell'appaltatore indagare la sezione con un'appropriata,
quanto sufficiente, copertura angolare; questo sarà facilmente ottenibile quando si opererà in sezioni orizzontali
di elementi raggiungibili da ogni lato; nel caso di murature o comunque di sezioni verticali dove
l'accesso sarà possibile solo su due lati della sezione si avrà un abbassamento di affidabilità specialmente
nelle zone della sezione adiacente ai lati non accessibili.
Specifiche
Qualsiasi sia la natura dello strumento l'appaltatore dovrà rispettare le istruzioni d'uso fornite dal produttore.
Al termine dell'indagine, sarà cura dell'appaltatore restituire le informazioni ottenute nella forma
prescritta dagli elaborati di progetto (dovrà obbligatoriamente, in ogni caso, essere presente la relazione di
interpretazione dati).

Art. 2.7 Indagine tomografica elettrica

La tomografia elettrica di superficie (ERT Earth Resistence Tomography) è una metodologia geofisica
non distruttiva che consente di determinare la distribuzione della resistività (resistenza opposta dal terreno
o dalle murature al passaggio di corrente elettrica) nelle tre direzioni spaziali; questa tecnica sarà, preferibilmente,
indirizzata verso indagini di tipo archeologico (esplorazione indiretta del sottosuolo), tuttavia,
ove richiesto da specifiche di progetto, potrà essere applicata anche per indagare le murature in elevazione.
Questa specifica metodologia di indagine, messa a punto per consentire un'acquisizione automatica sul
campo e per un'interpretazione dei dati in termini bi-tridimensionali, si attua mediante l'utilizzo di un
numero abbastanza elevato di elettrodi (16, 24, 32, 64 ed oltre a placca da applicare sulla superficie muraria
o a picchetti in rame da inserire nel terreno) in relazione alla risoluzione e alla profondità d'indagine
richiesta negli elaborati di progetto. I suddetti elettrodi potranno essere disposti, secondo le prescrizioni
della D.L., in pozzetto (Tomografia Elettrica in Pozzo) e/o in superficie (Profili Topografici di Superficie).
Gli elettrodi dovranno essere messi in opera distanziati tra loro in ugual misura e collegati ad una
Apparecchiatura computerizzata allo scopo di agevolare il reperimento di una gran quantità di dati parti107
colareggiati sull'evoluzione laterale e verticale della resistività elettrica; la corrente verrà applicata ad una
prima coppia di elettrodi (identificati come A e B) così da poterne misurare la differenza di potenziale con
un'altra coppia (C e D). L'operazione dovrà essere ripetuta con una seconda coppia di trasmissione fino a
raggiungere il numero massimo di misure indipendenti in relazione alla quantità di elettrodi disponibili.
La suddetta sequenza dovrà, necessariamente, essere pre-programmata e interamente automatica Sarà cura
dell'appaltatore elaborare, mediante idonei software avanzati, i dati reperiti così da ottenere immagini
2D o 3D.
L'evoluzione sia verticale che laterale della resistività apparente dovrà essere rappresentata con un grafico
(pseudosezione) dove tutti i punti di uguale resistività dovranno essere collegati da una curva detta isoresistiva.
Il rilevato dovrà essere letto in modo da poter sostituire alle resistività apparenti la distribuzione
delle resistività reali.
Specifiche
Qualsiasi sia la natura dello strumento l'appaltatore dovrà rispettare le istruzioni d'uso fornite dal produttore.
Al termine dell'indagine, sarà cura dell'appaltatore restituire le informazioni ottenute nella forma
prescritta dagli elaborati di progetto (dovrà obbligatoriamente, in ogni caso, essere presente la relazione di
interpretazione dati).

Art. 2.8 Indagine colorimetrica

L'indagine colorimetrica è una tecnica analitica che si basa sulla caratterizzazione colorimetrica dei materiali
da costruzione, in funzione di tre parametri base (tinta, luminosità e saturazione). Sarà cura
dell'appaltatore utilizzare in parte la fotografia parametrizzata e/o il rilievo diretto, in parte il rilievo
strumentale ed infine in ultima battuta le indagini effettuate in laboratorio. Mediante la fotografia parametrizzata
(ovvero riprese fotografiche dei singoli campioni effettuate con l'ausilio di un campione di riferimento
come la banda Kodak Color Control così da poter controllare le eventuali variazioni della
temperatura del colore1), il rilievo diretto (ovvero il confronto diretto delcolore, mediante il corredo di
colorimetri standardizzati secondo la scala Munsell#2, fino a trovare il colore più simile; colore e campione
dovranno essere osservati contemporaneamente sotto luce naturale diurna preferibilmente dal medesimo
operatore) ed il rilievo strumentale basato sulla misurazione della riflettanza diffusa dalla
superficie dell'area-campione in esame che potrà essere eseguita secondo le prescrizioni di progetto, mediante
colorimetri tristimolo (con i quali sarà possibile ottenere esclusivamente le coordinate cromatiche
della tinta), mediante spettrofotometri (che daranno, in aggiunta anche la curva di riflettanza diffusa in
relazione alla lunghezza d'onda) o mediante telefotometri (i quali presenteranno il vantaggio, rispetto ai
precedenti, di poter operare anche a distanze rilevanti dal campione) l'appaltatore dovrà rilevare l'insieme
delle tonalità cromatiche che caratterizzeranno il manufatto oggetto di studio. Le prove di laboratorio (che
dovranno, necessariamente, essere precedute da attenti prelievi di limitati campioni) permetteranno, invece,
di fissare le caratterizzazione chimiche delle cariche e dei pigmenti contenuti nel rivestimento.
Specifiche
Al termine dell'indagine, sarà cura dell'appaltatore restituire le informazioni ottenute nella forma prescritta
dagli elaborati di progetto (dovrà obbligatoriamente, in ogni caso, essere presente la relazione di interpretazione
dati nonché la legenda di rilievo con riportata la lettura Munsell); nell'eseguire la suddetta
indagine l'appaltatore dovrà attenersi alle raccomandazioni NorMaL 1/93.

Art. 2.9 Indagine sonica (auscultazione sonica)

L'indagine sonica è una tecnica analitica di natura fisica di norma "non distruttiva" di tipo puntuale che

consente di interpretare le caratteristiche qualitative dei materiali (consistenza fisica e stato di conservazione)
misurando ed analizzando le modalità di propagazione di onde elastiche entro un corpo solido. La
propagazione di onde elastiche dipenderà strettamente dall'omogeneità del materiale e dal suo modulo
elastico.
Apparecchiature
La strumentazione che dovrà essere utilizzata dall'appaltatore dovrà essere costituita in linea generale, da
una sorgente di emissione di onde elastiche (martello, vibratore elettromagnetico od ad aria compressa),
da un captatore dell'energia sonica (velocimetro, accelerometro, microfono) e da un apparecchio di rilevazione
dei segnali, composto da un amplificatore, un analizzatore di segnali, un oscilloscopio ed un registratore.
Applicazioni
Con tale apparecchiatura l'appaltatore rileverà la deformazione delle onde elastiche (onde sonore a bassa
frequenza da pochi Hz ad un massimo di 16 kHz e ad ampia lunghezza d'onda) in un corpo sollecitato a
compressione e a taglio (rispettivamente onde longitudinali o primarie P e trasversali o secondarie S): nel
suo propagarsi, l'onda elastica perderà naturalmente energia, principalmente per la riduzione
dell'intensità iniziale legata alla legge di propagazione, la diminuzione sarà maggiore se vi sarà una diminuzione
dell'omogeneità del mezzo. Le frequenze registrate saranno, pertanto, in relazione alle caratteri108
stiche e alle condizioni di integrità della muratura. In presenza di non omogeneità del materiale (anche
minime tre elemento ed elemento) la velocità sonica di propagazione diminuirà pertanto, in caso di apparecchio
murario (pietra o laterizio) composto da elementi che presentino più o meno le stesse caratteristiche
elastiche la variazione di velocità potrà indicare una migliore o peggiore condizione della malta di
allettamento. Le lesioni e le condizioni di degrado tagliano le frequenze più alte del segnale acustico disperdendo
in modo "anomalo" l'energia.
Le indagini più ricorrenti che potranno essere richieste all'appaltatore, saranno quelle per stabilire la misurazione
della profondità di piano di posa delle fondazioni di muratura portante (metodo del carotaggio
sonico3, del cross-hole4 o del down-hole5 sonico, tutti e tre i metodi prevedranno l'inserimento perfettamente
verticale di una o più sonde nel terreno), la continuità, lo stato di conservazione e la funzionalità
(intesa come tensionamento) di catene metalliche inglobate nella muratura per individuarne lesioni o discontinuità
murarie, la presenza di riempimenti "a sacco" nelle murature, la presenza di cavità all'interno
di un apparecchio murario e la caratterizzazione degli apparecchi murari in funzione dello strato
d'aggregazione malta/laterizio.
Oltre che in fase preliminare l'indagine sonica potrà essere prescritta, dagli elaborati di progetto, nella fase
di controllo-collaudo al fine di verificare la validità di un consolidamento murario: l'indagine consentirà
di valutare l'eventuale incremento di densità della struttura muraria. Al fine di ottenere dati
statisticamente rappresentativi e una più corretta lettura sarà cura dell'appaltatore eseguire, se non diversamente
specificato dalla D.L. o da caratteristiche proprie del cantiere (ad es., murature superiori a 80-100
cm di spessore), misurazioni per trasparenza6 secondo una maglia regolare (che coprirà alcuni m2) preventivamente
predisposta sulla superficie nonché elaborare una mappa della velocità che dovrà dare informazioni
sui mutamenti delle peculiarità elastiche di quella data muratura nonché segnalare l'eventuale
esistenza di lesioni o soluzioni di continuità (ad es., fessurazioni dovute a cattivi ammorsamenti, rinforzi
ecc.).
Per migliorare ulteriormente la lettura, ove richiesto da specifiche della D.L., l'appaltatore si dovrà munire
di un sistema di riferimento (ad es. misurazioni prima e dopo eventuali interventi, paragone dei risultati
ottenuti in materiali ben conservati con quelli ritenuti degradati).
Specifiche
Qualsiasi sia la natura dello strumento l'appaltatore dovrà rispettare le istruzioni d'uso fornite dal produttore.
Al termine dell'indagine, sarà cura dell'appaltatore restituire le informazioni ottenute nella forma
prescritta dagli elaborati di progetto (dovrà obbligatoriamente, in ogni caso, essere presente la relazione di
interpretazione dati).

Art. 2.10 Indagine ultrasonica

L'indagine ultrasonica, è una tecnica analitica di natura fisica rigorosamente "non distruttiva" di carattere
puntuale in grado di fornire risposte di tipo quantitativo e qualificativo; le prove potranno essere svolte in
situ o in laboratorio. Questa indagine permetterà di conoscere, con accettabile precisione, la qualità e le
difformità dei materiali da costruzione (pietre e legno) analizzando il omportamento e le regole di diffusione,
al loro interno, di particolari onde elastiche contraddistinte da frequenze superiori ai 20 kHz. Il sistema
si baserà sulla determinazione della velocità di propagazione delle onde sonore attraverso il mezzo
studiato e sulla registrazione del segnale ricevuto.
Apparecchiature
La strumentazione elettronica utilizzata dall'appaltatore dovrà essere composta, in linea generale, da una
centralina elettronica di rilevazione dotata di un cronometro ad altissima precisione (al decimo di milionesimo
di secondo) a cui saranno collegate due sonde una emittente ed una ricevente (identiche ed interscambiabili)
a frequenza fissa di tipo piezoelettrico, e da un'unità oscilloscopica (collegata alla centralina
di rivelazione) che visualizzerà il segnale acustico che avrà attraversato il corpo solido.
Applicazioni
Gli schemi che l'appaltatore potrà utilizzare per posizionare le sonde saranno: per trasmissione diretta (le
due sonde saranno posizionate in due punti speculari su due facce parallele, metodo più attendibile); per
trasmissione semi-diretta (le sonde saranno posizionate su due facce ortogonali), per trasmissione indiretta
(le sonde saranno posizionate entrambe su di una faccia, metodo meno sensibile sarà obbligo, pertanto,
eseguire più serie di misurazioni a varie distanze).
Se non diversamente specificato le frequenze di lavoro, potranno oscillare dai 50 ai 200 kHz, la scelta della
frequenza e, di conseguenza, della sonda sarà legata alla singola problematica, in particolare si utilizzeranno
onde ultrasoniche a bassa frequenza maggiori di 40 kHz ma inferiori a 200 kHz per indagare
materiale sufficientemente compatto come pietra, laterizio e legno; onde ad alta frequenza comprese tra i
500 kHz d i 1,5 MHz per indagare la difettosità di materiali ad alta densità, molto compatti quali ceramiche
e metalli.
109
Al fine di garantire una lettura dei dati la più esatta possibile sarà cura dell'appaltatore eseguire più serie
di misurazioni nonché assicurare il miglior contatto possibile tra le sonde ed il manufatto da indagare; se
non diversamente specificato da indicazioni della D.L. il contatto dovrà essere garantito interponendo, tra
la superficie sensibile delle sonde e quella da analizzare, uno strato di materiale viscoso quale olio, grasso,
gel, plastilina o simili. All'appaltatore potranno essere richieste tre tipologie di misure: le misure della
velocità del suono in superficie, le misure radiate e le misure in trasparenza. Le prime dovranno essere
svolte in modo da garantire l'identificazione delle degenerazioni superficiali del materiale; le seconde dovranno
consentire di verificare l'omogeneità del materiale a differente distanza dall'area e saranno ottenibili
allorché sia la superficie interna sia quella esterna saranno praticabili; infine, le misure in trasparenza

dovranno essere eseguite in modo da poter analizzare il materiale in tutto il suo spessore.
Le indagini più ricorrenti (da eseguirsi in situ o su campioni in laboratorio) che potranno essere richieste
all'appaltatore, sono: – per gli elementi litoidi: presenza di microfessurazioni od altre imperfezioni, spessore
degrado superficiale, differenti caratteristiche meccaniche secondo i tre assi cartesiani, caratteristiche
meccaniche in relazione agli standard;
– per gli elementi in legno: spessore della degradazione superficiale, caratteristiche meccaniche rilevate
nelle due direzioni, parallelamente ed ortogonalmente alle fibre, presenza di irregolarità quali nodi, microfessurazioni
ecc., densità relativa;
– per gli elementi in calcestruzzo: omogeneità delle miscele, presenza di microfessurazioni od altre
imperfezioni, caratteristiche meccaniche.
Specifiche
Qualsiasi sia la natura dello strumento l'appaltatore dovrà rispettare le istruzioni d'uso fornite dal produttore.
Al termine dell'indagine, sarà cura dell'appaltatore restituire le informazioni ottenute nella forma
prescritta dagli elaborati di progetto (dovrà obbligatoriamente, in ogni caso, essere presente la relazione di
interpretazione dati).

Art. 3 – Monitoraggio rilievo dinamico

Con il termine monitoraggio o rilievo dinamico dovrà essere inteso un sistema di registrazione temporaneo
di dati la cui conseguente interpretazione determinerà una casistica comportamentale del fenomeno.
In tali procedure di "rilievo" (riproposte in maniera ciclica più o meno regolare) la frequente memorizzazione
dei dati richiederà, di metodi di rilevazione da attuarsi in tempi relativamente ridotti e possibilmente
a costi contenuti. Controlli ripetuti nel tempo serviranno a limitare i rischi che si manifesteranno negli intervalli
di transizione (ovvero nel lasso di tempo in cui i manufatti non saranno "protetti") durante i quali i
deterioramenti potrebbero progredire in maniera incontrollata.
Tutti i sistemi di monitoraggio necessiteranno obbligatoriamente di una accurata manutenzione da parte
dell'appaltatore, così da poter verificare periodicamente il corretto funzionamento del sistema e
dell'eventuale taratura degli strumenti.

Art. 3.1 Telerilevamento

Al fine di documentare l'evoluzione delle patologie del degrado e lo stato di conservazione degli apparecchi
murari o delle strutture in genere nel periodo durante il quale esse rimarranno non protette ovvero durante
periodi di stasi dei lavori, sarà cura dell'appaltatore, ove prescritto dagli elaborati di progetto,
eseguire alcuni monitoraggi-campione (nel numero e della dimensione indicata dalla D.L.) lungo tutte le
strutture, nelle diverse esposizioni e su differenti materiali. Tali rilevamenti-campione saranno eseguiti
mediante telerilevamento (indagine non distruttiva, passiva, indiretta) ossia fotografie ripetute ad intervalli
di tempo regolari "commentate" in apposite schede pre-progettate e/o aggiornate in corso d'opera (v.
specifiche in calce a questo articolo). Il telerilevamento dovrà, necessariamente, essere eseguito in un lasso
di tempo pre-programmato secondo le esigenze del progetto e della tipologia di indagine (variabile da
poche settimane a diversi mesi). In questa particolare "indagine-rilievo" l'appaltatore dovrà porre particolare
cura sia nell'eseguire le riprese fotografiche (ripresa a quadro verticale ossia conservando il parallelismo
tra superficie in analisi e piano focale), seguendo le indicazioni dettate dalla D.L., sia nel compilare
per ogni singolo fotogramma significativo utilizzato per il monitoraggio i campi presenti nella specifica
scheda tipo di rilievo.
Applicazioni e apparecchiature
Al fine di eseguire la procedura di rilievo dinamico (monitoraggio) l'appaltatore potrà utilizzare il telerilevamento
avvalendosi secondo le prescrizioni di progetto di fotografie in b/n, a colori o all'infrarosso (I.R.).
La fotografia sia in b/n sia a colori eseguita mediante fotocamere 35 mm reflex (ovvero in formati maggiori
opportunamente equipaggiati) o digitali (risoluzione minima 5,0 Megapixel) costituirà non solo un
mezzo ausiliario alle operazioni di rilevamento ma anche una vera e propria tecnica di indagine sussidiaria
al rilevamento in quanto essa sarà rivolta a verificare ed integrare le informazioni della rappresenta110
zione grafica segnalando aspetti difficilmente documentabili attraverso il disegno (quali ad es. le patologie
degenerative o lo stato fessurativo) al contempo si rileverà un utile strumento di monitoraggio e/o di
controllo delle trasformazioni subite dal manufatto nel corso dell'intervento di restauro o, più in generale
della sua vita.
La fotografia in b/n e a colori potrà essere richiesta, all'appaltatore, oltre, naturalmente come mezzo documentario
(foto di servizio periodiche che dovranno documentare il progredire delle operazioni di restauro
nel numero e dimensioni che saranno volta per volta indicati dalla D.L. in ogni caso non meno di 2
copie per un minimo di 50 scatti con dimensioni minime 13x18 cm), sia come strumento di interpretazione
del manufatto (verifica ed integrazione rilievo), sia come strumento per realizzare il rilievo dinamico
(monitoraggio) a patto, però, che le fotografie scattate offrano la possibilità di essere "misurate". Al fine
che la misurazione di un oggetto fotografato sia possibile dovrà essere cura dell'appaltatore introdurre
degli elementi come aste o reticoli quadrati (suddivisi all'interno in quadri di 10 x10 cm), basi di misurazione
dirette ecc. capaci di segnalare le dimensioni dell'oggetto rappresentato. La fotografia dovrà essere,
inoltre, priva di "effetti"; nella fattispecie: linee cadenti, ombre proprie, ombre portate molto scure e, soprattutto,
occorrerà evitare, ricorrendo a vari tipi d'accorgimenti fotografici, distorsioni prospettiche. Le
immagini dovranno essere scattate a quadro rigorosamente verticale e parallelo alla superficie stessa,
comprendendo l'intero prospetto ovvero transetti verticali e/o orizzontali, (indicati dagli elaborati di progetto
o specifiche della D.L.) con ampie zone di sovrapposizione (almeno per 1/3). Allo scopo di facilitare
la corretta sovrapposizione delle fotografie sarà cura dell'appaltatore spostarsi parallelamente alla
facciata seguendo intervalli costanti in precedenza segnalati a terra (mediante sagole tese).
Se non diversamente specificato dalla D.L., al fine di garantire un'immediata lettura del manufatto sarà
cura dell'appaltatore utilizzare pellicole a colori (a grana fine e bassa-media sensibilità 50-100- 200 ISO a
seconda delle condizioni di luminosità ambientale) grazie alle quali sarà possibile riconoscere, sia la diversità
dei materiali presenti, sia eventuali alterazioni cromatiche generate da diversi fattori di degrado.
Al fine di migliorare la qualità dell'immagine potranno essere utilizzati filtri correttivi quali grigi neutri
(aiutano a diminuire la quantità di luce senza alterarne la qualità, potranno essere utilizzati sia per il b/n
sia per il colore), di contrasto per accentuare particolari significativi (nel b/n il filtro arancio amplificherà
il contrasto generale, quello blu diminuirà il tono delle murature, quello verde farà emergere le tonalità
delle ocre e delle terre bruciate e naturali), di selezione (i filtri ultravioletti circoscriveranno gli effetti della
foschia nonché le dominati bluastre nelle foto a colori), infine, i filtri polarizzatori aumenteranno la saturazione
dei colori annullando eventuali riflessi non voluti.
In linea generale dovranno esser evitate, se non direttamente specificato, riprese eseguite con luce solare
diretta (così da eludere le ombre che potrebbero rendere non chiara l'immagine), sarà, inoltre, preferibile
utilizzare sempre il cavalletto ed eventualmente, dove sarà necessario, un sistema d'illuminazione artificiale
continuo di tipo cinematografico (provvisto di mascherine laterali così da permettere di regolare la

direzione della luce) anche per riprese diurne (allo scopo di eliminare eccessivi contrasti o schiarire le
ombre) in luogo del flash. Questo sistema di illuminazione continua dovrà essere preferito anche in condizioni
particolari come quelli di scarsa illuminazione (ambienti ipogei, scantinati, sottotetti ecc.) o riprese
seminotturne al fine di esaltare le condizioni di illuminazione artificiale così da valorizzare porzioni del
manufatto oppure per esaltarne i risalti e le scabrosità della superficie (ad es., segni di lavorazione, scagliature,
distacchi ecc.) ricorrendo a luci radenti ovvero con sorgente luminosa quanto più possibile parallela
al piano della superficie da indagare.
Utilizzando due fonti di illuminazione artificiale, opportunamente posizionate, si potranno pertanto, ottenere
due diversi tipi di ripresa: una "morbida" (ottenuta con luce perpendicolare ovvero diffusa) e una
"radente" (ottenuta posizionando la fonte di luce a lato del punto di ripresa con un'angolazione compresa
tra i 5° e i 20° rispetto al piano della superficie). Il primo tipo di fotogrammi consentirà di ottenere viste
omogenee, ottime basi per l'eventuale elaborazione di ulteriori rappresentazioni grafiche, mentre il secondo
tipo garantirà una lettura più specifica di alcuni fattori macroscopici come appunto la scabrosità
della superficie, eventuali incisioni del supporto, micro soluzioni di continuità ecc.
La fotografia all'infrarosso (IR) utilizzerà pellicole fotografiche sensibili ai raggi infrarossi (lunghezza
d'onda compresa tra i 0,7 e 1 micrometri), ossia a radiazioni termiche spontanee emesse da qualunque
corpo esistente in natura; queste pellicole saranno in grado di trasporre il dato elettromagnetico in dato
visivo. Mediante le riprese con le suddette pellicole, l'appaltatore sarà in grado di evidenziare discontinuità
costruttive, distacchi d'intonaco, vegetazione annidata negli interstizi dell'apparecchio murario e non
ancora apparsa in superficie. la fotografia da infrarosso permetterà, inoltre, di rilevare lesioni passanti,
allorché sia presente, tra le due facce della parete, una significativa differenza di temperatura (che potrà
essere riportata anche artificialmente). Al fine di avere un'immagine nitida sarà consigliabile seguire gli
scatti dopo aver sottoposto, preventivamente, le parti a riscaldamento uniforme (artificiale o solare).
Specifiche
A termine dell'indagine ovvero a scadenze prestabilite sarà cura dell'appaltatore restituire le immagini nel
numero e dimensioni che saranno prescritti dagli elaborati di progetto. In ogni caso, i fotogrammi, dovranno
essere muniti sia di un numero di riferimento progressivo del rullino e dello scatto con relativa data,
sia di indici subordinati relativi a particolari seriazioni indicate dagli elaborati di progetto; inoltre per
ciascuna immagine fotografica sarà indicato, su di un grafico in scala convenientemente ridotta, la localizzazione
(determinata anche in altezza) del relativo punto di presa e sarà redatta una scheda del tipo A
se si tratterà di foto non metrica, del tipo B se si tratterà di foto metrica (in entrambi i tipi di scheda dovranno
essere riportati la distanza tra il punto di presa e l'oggetto, la macchina con cui è stato eseguito il
rilievo, il tipo di obiettivo, la sensibilità della pellicola utilizzata e le condizioni ambientali) e del tipo C
se si tratterà di foto di monitoraggio. Per ciascuna fotografia scattata con fotocamera reflex dovranno essere
presentati il negativo e due copie (compresa quella schedata) su carta semilucida (dimensioni minime
13x18 cm). Resta inteso che tale campagna fotografica dovrà essere eseguita da esperto professionista del
ramo con relativa attrezzatura.

Art. 3.2 Monitoraggio del quadro fessurativo

La presenza di un quadro fessurativo richiede che l'appaltatore disponga, secondo le prescrizioni di progetto
e/o le indicazioni della D.L., di un sistema di monitoraggio che consenta di rilevare il comportamento
delle fessurazioni nel tempo; lo studio potrà avvenire in modo differente in funzione dell'importanza
della fabbrica, delle lesioni, deformazioni od alterazioni presenti. È necessario, prima di tutto, comprendere
se il quadro fessurativo al momento del rilevamento sia di tipo attivo o passivo ovvero in evoluzione
oppure in stasi; nel caso sia riscontrata la prima ipotesi dovrà, essere individuata la causa che genera tali
spostamenti e in che misura essi avvengono. La struttura muraria è, infatti, in grado sia di deformarsi plasticamente
senza incorrere nell'immediato collasso, sia di definire un nuovo stato di equilibrio, dissimile
dall'originale ma in grado, comunque, di assicurare, se pur ridotta, una stabilità. La verifica di tale contingenza
dovrà, necessariamente, essere attuata poiché rappresenta un parametro necessario per definire
gli interventi di consolidamento.
Gli strumenti attualmente disponibili capaci di eseguire il monitoraggio di fessurazioni sono diversi e si
contraddistinguono per i diversi gradi di precisione che hanno; i più impiegati sono le biffe, i fessurimetri,
i deformometri o gli estensimetri. La lettura e i controlli dei punti fissi predisposti inizialmente, potranno
avvenire saltuariamente (mensilmente, bisettimanale, settimanale quanto più grave risulterà il fenomeno
di dissesto) o di continuo sotto la forma della registrazione automatica. Per un corretto studio dei cinematismi
delle lesioni si rileverà, opportuno, misurare anche l'andamento delle temperature così da compensare
eventuali effetti connessi alla dilatazione termica dei materiali.
Specifiche
Qualsiasi sia la natura dello strumento l'appaltatore dovrà rispettare le istruzioni d'uso fornite dal produttore.
A scadenze pre-programmate, sarà cura dell'appaltatore restituire le informazioni ottenute nella forma
prescritta dagli elaborati di progetto (dovrà obbligatoriamente, in ogni caso, essere presente la
relazione di interpretazione dati).

Art. 3.2.1 - Biffe di malta

Le biffe, a forma di doppia coda di rondine con la sezione minima in corrispondenza della fessurazione,
dovranno essere applicate trasversalmente alla lesione, in corrispondenza del ventre di questa. La biffa
dovrà essere posizionata sul vivo della muratura, in caso di fessurazione passante, sarà opportuno introdurre
della malta inserita quanto più è possibile dentro la fessurazione in modo da impedire possibili cavillature
nella parte mediana della spia causate da un ritiro accelerato. La malta da usare per la
costruzione di biffe potrà variare in relazione a dove dovrà essere posizionata.
Nel caso in cui la zona sia interna o non esposta agli agenti atmosferici ed a fenomeni d'umidità, sarà preferibile
usare una malta a base di gesso; questo tipo di biffa oltre a non manifestare l'inconveniente di fessurazioni
da ritiro, possiede una resistenza inferiore a quella dell'intonaco risultando così più appropriata
per la segnalazione di fessure in movimento. Per una biffa posizionata all'esterno, sarà, invece, consigliabile
utilizzare una malta magra a base idraulica o bastarda (in ogni caso esente da legante cementizio o
eminentemente idraulico). Le dimensioni di un a biffa di malta, se non diversamente specificato da indicazioni
della D.L., saranno di circa 16-20 cm di lunghezza per uno spessore non superiore ad 1 cm.
In corrispondenza d'ogni biffa dovrà essere segnato sul muro un numero di riferimento e la data di posizionamento,
questi dati dovranno essere trascritti in un registro al fine di ricostruire, graficizzandoli, gli
eventuali movimenti subiti dalla struttura nel tempo. Le estremità delle diramazioni della lesione (cuspide)
ed il ventre della stessa dovranno essere siglati e datati. Il controllo della biffa andrà eseguito, da parte
dell'appaltatore, ad intervalli di tempo preferibilmente costanti e tanto più assidui quanto più grave risulterà
il quadro fessurativo. La rottura della biffa potrà segnalare la presenza di dissesti in atto ma non potrà

indicarne la loro natura. Al termine delle rilevazioni, sarà cura dell'appaltatore restituire le informazioni nella forma prescritta dagli elaborati di progetto.

Art. 3.2.2 - Vetrini

Spia dal comportamento simile alla biffa in malta ma di materiale diverso; questi elementi atti al monitoraggio delle lesioni si concretizzano in rettangoli di vetro a basso spessore (inferiore a 2 mm) posti a ridosso della fessura e fermati con colle, stucchi o malte posati esternamente ai lembi della lesione stessa.
Questo metodo risulta poco attendibile in quanto il vetrino potrà presentare l'inconveniente di rompersi per effetto dell'escursione termica dei materiali oppure rimanere integro in presenza di dissesti strutturali perché scivolato sulla malta di fissaggio.

Art. 3.2.3 - Fessurimetri millimetrati

Questa strumentazione è costituita da due placchette in materiale plastico (in genere materiale acrilico o PVC) assemblate sovrapposte e apposte a cavallo della lesione mediante sistemi previsti dall'azienda produttrice (tasselli, stucchi epossidici, mastici, resine ecc.). La piastrina superiore sarà incisa con un reticolo mentre quella inferiore sarà calibrata in millimetri. La misura del movimento della fessura, rilevabile anche in frazioni di millimetro, sarà segnalata dallo spostamento del reticolo rispetto alla placca millimetrata sottostante, a partire dal valore zero. Di norma la rilevazione massima consentita da questo strumento sarà di 20-25 mm. Questo tipo di strumento risulterà particolarmente adatto per: – rilievo su superfici piane di movimenti verticali od orizzontali anche simultanei; – rilievo lesioni d'angolo soggette a movimenti bi-direzionali anche simultanei; – rilievo di cedimenti od assestamenti di pavimentazioni rispetto a murature o pilastri; – misura della differenza di planarità di qualsiasi superficie lesionata.
Ogni strumento dovrà essere munito di propria scheda di registrazione così da segnalare ogni movimento delle lesione. Al termine delle rilevazioni, sarà cura dell'appaltatore restituire le informazioni nella forma prescritta dagli elaborati di progetto.

Art. 3.2.4 - Deformometri

Un controllo più attento del quadro fessurativo potrà essere effettuato utilizzando un deformometro: strumento removibile di minimo ingombro, in grado di misurare il progredire delle lesioni, su basi fisse, nell'ordine del micron (millesimo di millimetro). L'appaltatore applicherà, fissandole al muro con resina biconponente, da ambo i lati della fessura due "pasticche" in acciaio inox (prismetti esagonali concavi) di circa 20 mm per 5 mm di spessore, dette "basi", munite di foro al centro. La distanza reciproca dei "capisaldi" sarà stabilita da una dima di fissaggio avente la lunghezza corrispondente alla posizione iniziale del comparatore millesimale (pari a 100, 150 o 200 mm). La verifica verrà eseguita mediante una barra d'acciaio "invar" munita di un comparatore millesimale e, ai lati, di due punte una fissa e l'altra mobile.
La lettura verrà concretizzata sovrapponendo alle piastrine (le sole parti fisse in sede) dei punti di misura assicurati alla barra con il comparatore (deformometro); qualora si verificasse diversità dell'intervallo tra i due punti fissi a cavallo della fessura, lo spostamento sarà determinato dal movimento della punta mobile collegata al compartore, consentendo così di appurare nonché misurare il movimento avvenuto. Se non diversamente specificato da indicazioni di progetto o specifiche della D.L., sarà sufficiente eseguire le letture una volta al mese salvo nei casi di quadri fessurativi rilevanti, in questo caso le letture dovranno essere eseguite ogni due settimane od ancora più frequentemente.
Applicando tre piastrine, ed eseguendociclicamente le misure di trilaterazioni, potranno essere valutate le traslazioni relative tra i blocchi separati dalla lesione stessa. Una quarta base permetterebbe, infine, di ottenere anche le rotazioni tra i due maschi murari nonché la localizzazione del centro di rotazione: così facendo sarà possibile rappresentare in modo completo i movimenti relativi. Al termine delle rilevazioni, sarà cura dell'appaltatore restituire le informazioni nella forma prescritta dagli elaborati di progetto.

Art. 3.2.5 - Estensimetri

Il principio di funzionamento sarà analogo a quello del deformometro, essendo il rilevamento dello spostamento misurato per variazione della distanza relativa tra due punti iniziali a cavallo della lesione da monitorare. Qualora sia possibile porre lo strumento in ambienti non frequentati (ossia in ambienti non accessibili se non agli addetti ai lavori) è consigliabile utilizzare estensimetri autoregistranti: apparecchi simili al precedente ma con il vantaggio di avere incorporata una penna che graficizza gli spostamenti disegnandoli su di un rullo mosso da un sistema ad orologeria. Questo sistema documenterà, in ogni momento, l'eventuale spostamento della struttura sotto monitoraggio così da permettere di controllare quei movimenti "alternativi" dovuti alle variazioni termiche o igronometriche d'ambiente. Per risalire al moto, come nel caso dei deformometri, sarà cura dell'appaltatore, installare trasversalmente alla lesione due estensimetri con le rispettive barre normali tra loro. Al termine delle rilevazioni, sarà cura dell'appaltatore restituire le informazioni nella forma prescritta dagli elaborati di progetto.

Art. 3.3 Monitoraggio ambientale (rilevazioni delle condizioni termoigronometriche e microclimatiche)

Il monitoraggio ambientale si verificherà utile al fine di poter apprendere le reali condizioni dello specifico contesto ambientale che interagisce con le aree archeologiche (dove risulterà indubbio che le condizioni ambientali saranno il principale fattore delle cause di degrado), i fabbricati e con gli spazi interni così da poter stabilire, le eventuali concause legate ai fenomeni di alterazione quali l'invecchiamento dei materiali e/o delle strutture del fabbricato. Si tratterrà di una serie di indagini puntuali, non distruttive o solo parzialmente distruttive (al fine di estrapolare un campione), da realizzare in situ e/o in laboratorio, che dovranno garantire di raggiungere risultati fondamentalmente di carattere quantitativo oltre che qualitativo.
Di norma il monitoraggio ambientale dovrà essere eseguito per almeno un anno o comunque per il tempo stabilito in accordo con la D.L., se non diversamente specificato l'appaltatore dovrà prevedere di eseguire almeno due campagne di rilievo in un'ottica bi-stagionale (ad es. invernoprimavera o estate-autunno) della durata minima di 30 giorni ciascuna. Le informazioni inerenti il rilevamento microclimatico potranno, eventualmente, essere integrate con dati e medie di periodi più ampi, forniti da enti e istituzioni preposte quali ASL, uffici provinciali e regionali, uffici meteorologici, università ecc. L'esame di dati pregressi consentirà all'appaltatore di individuare le serie storiche, informatizzando i dati potrà, inoltre, ricavare gli andamenti caratteristici così da individuare i periodi dell'anno favorevoli per l'impostazione delle campagne di rilevamento. Tramite la lettura e la conseguente interpretazione dei dati termoigronometrici sarà possibile acquistare informazioni sull'evoluzione dell'umidità e delle temperature così da valutarne l'eventuale tendenza alla formazione di condensa, quadri fessurativi causati da spostamenti "stimolati" dal calore, alterazioni causate dalle differenti intensità degli attacchi ambientali ecc. I parametri legati a questo specifico monitoraggio che dovranno, necessariamente, essere acquisiti dall'appaltatore sono:
– temperatura dell'aria interna ed esterna;
– umidità relativa interna ed esterna;
– temperature delle pareti;
– qualità, frequenza ed intensità delle precipitazioni meteoriche;
– velocità e direzioni venti dominanti;
– illuminazione naturale;

– irraggiamento solare;
– presenza di agenti inquinanti (anidride carbonica, anidride solforosa e solfatica, ossido di azoto,
ozono ed ossidanti, acido cloridrico, acido fluoridrico ecc.);
– emissioni provenienti da impianti industriali e dalla produzione di energia;
– vibrazioni dovute a presenza di traffico veicolare.
Il sistema di monitoraggio ambientale potrà essere realizzato in riferimento alle disposizioni di
progetto, con due differenti metodologie e strumentazioni:
a) stazioni rilevatrici computerizzate possono gestire una grande quantità di dati consentendo un
rilevamento diretto in relazione degli obiettivi dell'analisi. Mediante l'uso di idonei software sarà
possibile gestire simultaneamente diversi sensori e ricavare i dati secondo condizioni specifiche (ad
es., ogni mezz'ora o attivando la registrazione ogni qualvolta si presentino determinate condizioni
prestabilite);
b) data loggers ovvero sistemi autonomi miniaturizzati autoalimentati per la memorizzazione (di
norma più di 10.000 dati per ogni paramero) ed il controllo dei parametri ambientali che causano i
maggiori danni al patrimonio storico-artistico; i più semplici rileveranno soltanto la temperatura ed
umidità relativa quelli leggermente più complessi anche i raggi ultravioletti e le radazioni visibili.
Gli ultravioletti saranno misurati come proporzione degli U.V. presenti (mW/lumen) o come totale
(mW/m2), la misura della radiazione visibile come Lux o candele. La temperatura potrà, invece,
essere misurata in scala °C o °Fe l'umidità come UR% o come punto di rugiada. Offrono la
possibilità di impostare la durata del test, l'intervallo della lettura, anche con avvio ritardato, il
salvataggio dei dati su disco così da poterli esportare e lavorare su fogli elettronici ovvero rendere i
dati in forma tabellare o in grafico di altra forma. Queste apparecchiature offriranno, inoltre, la
possibilità di scaricare i dati parziali senza fermare la registrazione. Se non diversamente specificato
le rate di acquisizione potranno essere 10 sec (30h)/1 min (7gg) – 10 min (75gg)/60min (454 gg).
c) di ridotte dimensioni in grado di amministrare uno o due sensori capaci di registrare i valori
ciclicamente.
Specifiche
Questo tipo di indagine si potrà rilevare molto utile anche in fase preventiva ad una campagna di
scavo archeologico come controllo ottimale per tutti quei fenomeni di deterioramento che la
vestigia potrà subire durante e dopo il ritrovamento. Pertanto se non diversamente specificato dovrà
essere fatto obbligo di provvedere al monitoraggio ambientale prima durante e dopo la campagna si
scavo.
A scadenze pre-programmate, sarà cura dell'appaltatore restituire le informazioni ottenute nella
forma prescritta dagli elaborati di progetto (dovrà obbligatoriamente, in ogni caso, essere presente
la relazione di interpretazione dati). Nell'eseguire il suddetto studio-monitoraggio dei parametri
ambientali l'appaltatore dovrà attenersi alle raccomandazioni NorMaL vigenti.

Art. 4 - Indagini meccaniche in situ al fine di determinare le caratteristiche tensionali dei materiali e delle strutture

La conoscenza delle condizioni d'equilibrio e della resistenza ai carichi, nonché la stima delle
peculiarità meccaniche e tensionali di una muratura si rileverà operazione fondamentale per
procedere alla redazione di un progetto di restauro. Senza queste informazioni non sarà, infatti,
possibile stabilire il grado di sicurezza e le potenzialità in caso di nuove condizioni d'utilizzo,
stimare gli eventuali sovraccarichi spinti nelle murature, programmare appropriate procedure
esecutive di consolidamento.
ANALISI MINIMAMENTE DISTRUTTIVE

Art. 4.1 Carotaggio

Operazione manuale o meccanica che prevede l'esecuzione di prelievi di "carote" (campioni anche
di piccolo diametro circa 28 mm) di materiale da strutture in pietra, legno, calcestruzzo e terreni da
sottoporre a successive analisi di laboratorio (al fine di determinare la resistenza a compressione, a
flessione, a trazione e a taglio). Questa operazione potrà, inoltre, essere anticipatrice di indagini con
endoscopi. L'estrazione del campione cilindrico dovrà essere eseguita obbligatoriamente mediante
carotatrici a sola rotazione di diametro indicato dalla D.L. (in ogni caso non superiore ai 100-150
mm) così come sarà indicato dalla D.L. l'eventuale uso o l'assenza di acqua, così da non provocare
eventuali danni alle strutture. Sarà cura dell'appaltatore compilare per ogni carota un'appropriata
scheda pre-impostata dove dovranno essere riportati i dati del carotaggio (data, durata, verso,
diametro, inclinazione di perforazione, lunghezza totale spessore murario) e l'immagine fotografica
della carota distinta nella lunghezza per materiali e relativi leganti, per tipi di muratura nei rispettivi
rapporti dimensionali.
Al termine dell'indagine, sarà cura dell'appaltatore restituire le informazioni ottenute nella forma
prescritta dagli elaborati di progetto

Art. 4.2 Indagini con martinetto piatto singolo o doppio (flat-jack test)

Le indagini esecutive con i martinetti piatti sono indirizzate alla definizione dello stato di
sollecitazione di una porzione di muratura (prova con un solo martinetto) ed alla determinazione di
parametri meccanici della stessa (prova con doppio martinetto) ovvero determinazione delle
caratteristiche di deformabilità (modulo elastico), di resistenza a compressione e di resistenza al
taglio lungo i corsi di malta. Questa prova si porrà, pertanto, come alternativa alle prove di
laboratorio condotte su campioni prelevati in situ.
Dal momento che l'indagine avrà carattere puntuale e, di conseguenza, i dati avranno valore in
specifiche porzioni di muratura, per ottenere valori rappresentativi di un'intera parete si rileverà
utile scegliere un campione d'indagine dove si presumerà che esista uno stato tensionale medio. Da
quanto detto è facilmente intuibile che i risultati ottenuti in zone caratterizzate da anomalie
dimensionali o di carico (quali ad esempio aperture, appoggi di travi, variazioni di spessori) si
rileveranno poco indicativi; una soluzione a questo problema potrà essere quella di eseguire, dove
sarà possibile, una misurazione su entrambi i lati della muratura in modo da individuare la tensione
media.
Il numero e la localizzazione del campione da indagare dovranno obbligatoriamente essere
accuratamente stabiliti dalla D.L.
Apparecchiatura
La strumentazione consisterà in un martinetto piatto che potrà essere schematizzato in una doppia
"membrana" di metallo (o altro materiale flessibile) molto sottile saldato lungo i bordi collegato
attraverso un tubo ad una pompa idraulica tra questa ed il martinetto sarà montato un manometro ad
alta precisione per il controllo della pressione; il martinetto sarà alimentato da un circuito
oliodinamico. Le dimensioni e il tipo dei martinetti saranno diversificate e stabilite dalla D.L. in
relazione all'elemento strutturale oggetto di studio (apparecchiature di piccole dimensioni saranno
utilizzate per strutture puntuali quali colonne, pilastri, archi, volte ecc., dimensioni maggiori
saranno, invece, utilizzate per sezioni di muratura continua) nonché al tipo di muratura esistente,

saranno, in ogni caso, comprese tra dimensioni pari a 12 x 12 cm, 24 x 12 cm, 40 x 20-25 cm, con
uno spessore variabile da 0,8 a 1 cm. Per le strutture murarie sarà, inoltre, necessario che le
dimensioni siano stabilite in modo da impegnare la maggior parte dello spessore della muratura o
quantomeno uno spessore minimo di 15 cm (ottimale sarà impegnare almeno due teste di mattoni).
Applicazione
Misura dello stato tensionale
La prova realizzata dall'appaltatore prevedrà l'applicazione, lungo la linea selezionata, di un
numero n di coppie di riscontro (ad es., pasticche metalliche) sui quali verrà applicato un
deformometro lineare o altro dispositivo di misurazione scelto comunque dalla D.L. al fine di
rilevare le letture delle distanze d0 tra i singoli punti precedentemente al taglio.
In seguito si eseguirà il taglio (mediante seghe tagliamuro o mediante carotiere, praticando più fori
ravvicinati ed eseguendo una successiva finitura a mano secondo le prescrizioni della D.L.) ovvero i
tagli in relazione al tipo di prova. I tagli che, se non diversamente specificato, dovranno avvenire in
corrispondenza dei giunti di malta, potranno interessare l'intera sezione della muratura o solo una
porzione di essa a seconda dei sistemi mesi in opera. Dopo il taglio sarà cura dell'appaltatore
eseguire una nuova lettura della base a cavallo del taglio rilevando un valore d minore del d0
precedente dato che la fessura provocherà, localmente, un rilascio delle tensioni con il conseguente
avvicinamento dei bordi.
Dopo tale misurazione l'appaltatore dovrà inserire, nella fessura, un martinetto piatto che, verrà
gradualmente messo in pressione (scalini di 1 Kgf/cm2) con il conseguente rilevamento delle letture
mediante deformometro. La prova prevedrà cicli di carico e scarico a livelli crescenti (di norma
saranno eseguiti, se non diversamente specificato dalla D.L., almeno due cicli di carico e scarico,
misurando le deformazioni sotto carico costante) fino a riportare la struttura nelle condizioni di
partenza annullando la convergenza delle basi di misura. Dalla lettura (sul manometro) della
pressione, correlata da opportune formule7, sarà possibile ottenere il valore della sollecitazione
locale della muratura (tensione di esercizio) a meno di una costante dovuta alla taratura dello
strumento e di una costante che terrà conto del rapporto tra superficie del martinetto e quella del
taglio.
A fine prova dovrà essere cura dell'appaltatore provvedere alla risarcitura della fessura con idonea
malta.
Determinazione delle caratteristiche di deformabilità e resistenza (stima del modulo elastico)
La prova prevedrà la messa in opera (seguendo le indicazioni prescritte per la misura dello stato
tensionale) di due martinetti piatti, posti parallelamente, così da delimitare un campione di muratura
di altezza 50 cm (se non diversamente specificato) e di base pari alle dimensioni dei martinetti. Sarà
cura dell'appaltatore posizionare i due martinetti in modo tale che questi possano applicare al
campione di muratura, una volta immessa la pressione, uno stato di sollecitazione monoassiale. Gli
strumenti di misurazione (deformometri od estensimetri elettrici) pre istallati sul campione
dovranno permettere di rilevare la misurazione delle deformazioni sia in senso verticale sia in senso
orizzontale del campione preso in esame. Il modulo elastico E verrà valutato, per ogni intervallo di
sforzo Ds con la formula E = Ds/De dove De sarà la deformazione (corrispondente a Ds) misurata
in corrispondenza della base centrale di misura.
Determinazione delle caratteristiche di resistenza a compressione
La prova con i doppi martinetti potrà essere messa in opera anche per l'individuazione delle
caratteristiche di resistenza alla compressione. In tal caso le pressioni applicate ai martinetti saranno
incrementate fino allo stato prossimo alle condizioni di rottura, sarà, pertanto, necessario che
l'appaltatore tenga sotto stretto controllo la muratura in quanto la prova potrebbe determinare
localizzati stati fessurativi circoscritti al campione analizzato. Le tensioni di rottura della muratura
saranno calcolate con la seguente formula: dr (tensione di rottura della muratura) = P (pressione
fornita ai martinetti al collasso della muratura) x SKm (somma dei coefficienti di taratura dei due
martinetti) x Am (area del martinetto)/ SAt (somma delle aree di taglio).
Determinazione delle caratteristiche di resistenza al taglio lungo i corsi di malta
Dopo aver inserito (come precedentemente descritto) la coppia di martinetti parallelamente sulla
muratura sarà cura dell'appaltatore estrarre un mattone, un concio lapideo o altro elemento
componente la muratura, immettendo al suo posto un martinetto idraulico, di adeguate dimensioni,
al fine di applicare una sollecitazione di taglio all'elemento adiacente. Mediante una serie di
trasduttori elettrici sarà possibile individuare gli spostamenti relativi all'elemento sottoposto alla
prova rispetto a quelli limitrofi e le deformazioni in direzione normale ai corsi di malta. A prova
terminata sarà cura dell'appaltatore riposizionare il mattone.
Specifiche
Tali prove troveranno soddisfacenti applicazioni in murature regolari ben apparecchiate (ad es.
cortine in laterizio o apparecchi in pietra concia), mentre, nel caso di murature costituite da elementi
eterogenei (quali ad esempio murature miste o a sacco) e in murature connesse irregolarmente
l'analisi non troverà valida applicazione in quanto non esistendo una regolare distribuzione degli
elementi la lettura risulterà più arbitraria e meno rappresentativa dell'insieme; comunque sarà
consigliabile utilizzare martinetti di grande dimensione e, in ogni caso, maggiori delle dimensioni
medie degli elementi utilizzati per la realizzazione della muratura. La suddetta prova, se non
diversamente prescritto dagli elaborati di progetto, non dovrà essere eseguita su murature affrescate,
decorate o, in ogni modo, alla presenza d'intonaco "di pregio", in quanto la realizzazione
dell'alloggiamento del martinetto, inevitabilmente, implicherebbe la perdita di una porzione dello
strato di finitura.
La prova con i martinetti piatti sarà particolarmente interessante se effettuata pre e post intervento
di consolidamento così da registrare l'effettiva resistenza raggiunta dalla muratura.
Qualsiasi sia la natura dello strumento l'appaltatore dovrà rispettare le istruzioni d'uso fornite dal
produttore. Al termine dell'indagine, sarà cura dell'appaltatore restituire le informazioni ottenute
nella forma prescritta dagli elaborati di progetto (dovrà obbligatoriamente, in ogni caso, essere
presente la relazione di interpretazione dati).

Art. 4.3 Prove sclerometriche

Indagine qualitativa, indiretta atta a definire la resistenza a rottura per compressione di materiale
lapideo, intonaco o calcestruzzo. L'indagine prevedrà di percuotere con una massa ed una forza
note, la superficie oggetto di studio e di misurarne l'indice di rimbalzo. Più il materiale sarà
compatto e rigido maggiore risulterà il rimbalzo della massa battente (sclerometro). Se non
diversamente specificato per l'esecuzione della prova dovranno essere eseguite da 5 a 10 battute, da
cui verrà, in seguito, ricavato un valore medio.
Le battute, qualora dovessero interessare apparecchi intonacati, dovranno essere eseguite, previa

rimozione dello stesso nelle zone sottoposte a verifica.
Al termine dell'indagine, sarà cura dell'appaltatore restituire le informazioni ottenute nella forma
prescritta dagli elaborati di progetto (dovrà obbligatoriamente, in ogni caso, essere presente la
relazione di interpretazione dati).
CAPO V - PROCEDURE OPERATIVE DI RESTAURO E DI CONSOLIDAMENTO
STRUTTURALE
PARTE I - PROCEDURE OPERATIVE DI RESTAURO
SCAVI
OPERAZIONI DI SCAVI E RINTERRI
Generalità
I riferimenti normativi applicabili a questa specifica categoria di lavori saranno DPR n.547/55 e
DPR n.164/56. Gli scavi in genere, per qualsiasi lavoro, a mano o con mezzi meccanici, dovranno
essere eseguiti secondo i disegni di progetto e la relazione geologica e/o geotecnica di cui al DM 11
marzo 1988 (riguardante le norme tecniche sui terreni ed i criteri di esecuzione delle opere di
sostegno e di fondazione) e la relativa Circolare Ministeriale LL.PP. 24 settembre 1988, n. 30483
nonché secondo le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla D.L..
Nell'esecuzione degli scavi in genere, si dovrà provvedere in modo da impedire scoscendimenti,
franamenti e ribaltamento di mezzi; per far ciò si renderà necessario provvedere a delimitare
mediante barriere fisse e segnalazioni la zona oggetto di intervento, così da vietare il traffico
veicolare sui bordi dello scavo che potrebbe far scaturire possibili franamenti delle pareti. L'utilizzo
del nastro segnaletico (giallo-nero o bianco-rosso) dovrà avere esclusivamente funzione di
delimitazione e non di protezione. Al fine di evitare cadute di personale all'interno dell'area di
scavo sarà, inoltre, necessario mettere in opera dei robusti parapetti (altezza minima 100 cm munito
di tavola fermapiede minima di 20 cm luce tra tavola superiore e fermapiede massimo 60 cm; nel
caso in cui il parapetto sia ad una distanza di almeno 70-80 cm dal bordo dello scavo, la tavola
fermapiede potrà essere omessa) disposti lungo i bordi della stessa; negli scavi di sbancamento sarà
necessario, quando questo dovesse superare i 200 cm mentre, nelle trincee, sarà appropriato
predisporre la protezione appena lo scavo supererà i 50 cm di profondità.
Le materie provenienti dagli scavi, ove non siano utilizzabili o non ritenute adatte (a giudizio
insindacabile della D.L.) ad altro impiego nei lavori, dovranno essere trasportate fuori dalla sede del
cantiere alle pubbliche discariche, o su altre aree altrettanto idonee e disponibili. Qualora le materie
provenienti dagli scavi debbano essere successivamente utilizzate, esse dovranno essere depositate
in area idonea (previo assenso della D.L.) per essere, in seguito riutilizzate a tempo opportuno. In
ogni caso le materie depositate non dovranno costituire un danno ai lavori, alle proprietà pubbliche
o private ed al libero deflusso delle acque che scorrono in superficie. Sarà, oltremodo, vietato
costituire depositi di materiali nelle vicinanze dei cigli degli scavi; qualora tali depositi siano
necessari, per le particolari condizioni di lavoro sarà obbligatorio provvedere alle necessarie
puntellature che dovranno presentare un sovralzo minimo oltre la quota del terreno pari a 30 cm.
Scavi di splateamento e sbancamento
Per scavi a sezione aperta o sbancamento andanti s'intenderanno quelli necessari per lo
spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere i manufatti, per tagli di terrapieni,
per la formazione di cortili, giardini, scantinati, piani di appoggio per platee di fondazione, vespai,
rampe incassate o trincee stradali ecc. e, più in generale, quelli eseguiti a sezione aperta su vasta
superficie ove si renderà possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il
sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie.
Questa categoria di scavi andrà eseguita con gli strumenti e le cautele atte ad evitare l'insorgenza di
danni nelle strutture murarie adiacenti.
In questa categoria di scavi, se eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle
fronti di attacco dovranno avere un'inclinazione ed un tracciato tali, in relazione alla natura del
terreno, (si veda tabella in calce all'articolo) da contrastare possibili franamenti. Allorché la parete
del fronte d'attacco dovesse superare il 150 cm di altezza sarà interdetto lo scavo manuale per
scalzamento alla base al fine di evitare il possibile crollo della parete. Nel caso in cui non sia
possibile intervenire con mezzi meccanici si adotterà la procedura di scavo con il sistema a gradoni.
In ogni caso i lavoratori dovranno essere debitamente distanziati tra loro, sia in senso orizzontale,
sia verticale, così da non potersi ferire con, l'attrezzatura utilizzata e con il materiale di scavo.
Nel caso d'utilizzo di mezzi meccanici dovrà essere interdetta la presenza del personale nella zona
interessata dal raggio d'azione, nonché sul ciglio ed alla base della parete d'attacco, in quanto aree a
rischio di franamenti.
I profili delle pareti di scavo andranno debitamente controllati al fine di rimuovere gli eventuali
massi affioranti ed i blocchi di terreno instabili eliminando, in questo modo, possibile rischio di
caduta di materiale dall'alto.
DENOMINAZIONE TERRE ANGOLO LIMITE DI STABILITÀ
ASCIUTTO UMIDO BAGNATO
Rocce dure 80÷85° 80÷85° 80÷85°
Rocce tenere o fessurate, tufo 50÷55° 45÷50° 40÷45°
Pietrame 45÷50° 40÷45° 35÷40°
Ghiaia 35÷45° 30÷40° 25÷35°
Sabbia grossa (non argillosa) 30÷35° 30÷35° 25÷30°
Sabbia fine (non argillosa) 25÷30° 30÷40° 20÷30°
Sabbia fine (argillosa) 30÷40° 30÷40° 10÷25°
Terra vegetale 35÷45° 30÷40° 20÷30°
Argilla, marne (terra argillosa) 40÷50° 30÷40° 10÷30°
Terre forti 45÷55° 35÷45° 25÷35°
Scavi di fondazione a sezione obbligata
Per scavi di fondazione, in generale, s'intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per
dar luogo ai muri o pilastri di fondazione propriamente detti; in ogni caso saranno considerati come
scavi di fondazione anche quelli per dar luogo alle fogne, condutture, fossi e cunette.
Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per la fondazione dovranno essere spinti
fino alla profondità ordinata dalla D.L. all'atto della loro esecuzione. Le profondità, che si
troveranno indicate negli elaborati di progetto saranno, pertanto, di semplice stima preliminare e
potranno essere liberamente variate nella misura che la D.L. reputerà più conveniente.
I piani di fondazione dovranno, generalmente, essere perfettamente orizzontali ma per quelle opere
che cadranno sopra falde inclinate potranno, a richiesta della D.L., essere disposti a gradoni ed
anche con determinate contropendenze. Nel caso, non così infrequente, che non sia possibile
applicare la giusta inclinazione delle pareti in rapporto alla consistenza del terreno (si veda tabella
all'articolo precedente), si dovrà ricorrere tempestivamente all'armatura di sostegno delle pareti o,
preventivamente, al consolidamento del terreno (ad es. congelamento del medesimo, tecnica del jetgrouting
ecc.), in modo da assicurare adeguatamente contro ogni pericolo gli operai ed impedire
ogni smottamento di materia durante l'esecuzione, tanto degli scavi che delle murature. Affinché le
armature corrispondano per robustezza alle effettive necessità sarà consigliabile predeterminare la

spinta del terreno, tenendo conto delle eventuali ulteriori sollecitazioni dovute, sia al traffico
veicolare, sia alla vicinanza di carichi di vario genere (gru, manufatti di vario genere ecc.), nonché
delle eventuali infiltrazioni d'acqua (piogge, fiumi ecc.). Nel mettere in opera le armature
provvisionali sarà opportuno tenere in considerazione che la massima pressione d'una parete di
scavo, si trasmetterà sulla sbatacchiatura soprattutto nella zona mediana, dove questa dovrà,
necessariamente, essere più robusta; inoltre, affinché sia efficace, le tavole andranno forzate contro
il terreno avendo ben cura di riempire i vuoti.
Nel caso specifico di scavi di trincee (scavi a sezione obbligata e ristretta) nelle vicinanze di
manufatti esistenti (ad es., per opere di drenaggio perimetrali) od in presenza ovvero vicinanza di
terreni precedentemente scavati e, pertanto, meno compatti od, infine, in presenza di vibrazioni
causate dal traffico di autoveicoli, ovverosia in tutti quei casi dove la consistenza del terreno non
fornirà sufficiente garanzia di stabilità e compattezza, anche in funzione della pendenza delle pareti,
sarà sempre obbligatorio (a partire da 150 cm di profondità o 120 cm nel caso il lavoratore dovesse
operare in posizione chinata) predisporre, man mano che procederà lo scavo, adeguate opere di
sbatacchiamento, così da eludere rischi di franamento e pericoli di seppellimento degli addetti alla
procedura. Al fine di consentire un lavoro agevole e sicuro lo scavo di trincea dovrà avere un
larghezza minima in ragione alla profondità; orientativamente si potranno seguire, se non
diversamente specificato dagli elaborati di progetto, i seguenti rapporti profondità-larghezza
minima.

PROFONDITÀ LARGHEZZA MINIMA NETTA

Fino a 150 cm 65 cm
Fino a 200 cm 75 cm
Fino a 300 cm 80 cm
Fino a 400 cm 90 cm
Oltre i 400 cm 100 cm

Per scavi eseguiti sotto il livello di falda dello scavo si dovrà provvedere all'estrazione della stessa;
per scavi eseguiti a profondità superiori ai 20 cm dal livello superiore e costante dell'acqua e
qualora non fosse possibile creare dei canali di deflusso, saranno considerati scavi subacquei e
valutati come tali.
Compiuta la muratura di fondazione, lo scavo dovrà essere diligentemente riempito e costipato,
(fermo restando l'autorizzazione della D.L.) con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno
naturale primitivo (per maggiori specifiche si rimanda all'articolo riguardante i rinterri).

Scavi di accertamento e ricognizione

Tali operazioni si realizzeranno solo ed esclusivamente dietro esplicita richiesta e sorveglianza della
D.L., 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 dalla D.L. 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 che non provochi intralci 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 verificato 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 dalla D.L. 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 dalla D.L. 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 della D.L. 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 edilizie1;
– scrupoloso prelievo di tutti gli eventuali reperti contenuti nello strato e dei 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 operazione seguite, eventuali ipotesi da verificare ecc.;
– accurata documentazione grafica (aggiornamenti giornalieri dello scavo) e fotografica (vedi art.
4.1 del Capo IV) 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 compire lo scavo di strutture murarie (sia nel caso di scavo archeologico
programmato sia rinvenimenti occasionali) dovrà essere cura dell'appaltatore porre particolare
attenzione ai rischi di danneggiamento delle strutture rinvenute; tra le classi di dissesto più
ricorrenti potrà verificarsi:
– 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.
A carico dell'Appaltatore saranno tutte le assistenze quali la preventiva quadrettatura dell'area di
scavo, l'apposizione dei riferimenti topografici, la cartellinatura, il ricovero e la custodia dei
materiali in locali attrezzati.

Armature degli scavi – opere di sbatacchiamento

Le tipologie di armature saranno scelte in funzione della consistenza del terreno, alla profondità da
raggiungere, ai carichi gravanti ed alla 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 eseguiti a mano si potranno distinguere quattro
sistemi:
a) con tavole verticali;
b) con tavole orizzontali;
c) con marciavanti;
d) con pannelli prefabbricati.
L'armatura con tavole lignee (spessore minimo 30-40 mm) o metalliche poste verticalmente sarà, di
norma, limitata 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 cavo con idoneo materiale.
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. Quella a marciavanti sarà resa possibile per terreni poco consistenti o spingenti od
in caso di scavi profondi; i "marciavanti" dovranno essere tavole di notevole spessore con estremità
appuntita od 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 si potranno utilizzare idonei pannelli prefabbricati o, altrimenti,
casseri metallici prefabbricati regolabili per mezzo di pistoni idraulici o ad aria compressa.
Entrambi questi sistemi, verranno calati all'interno dello scavo attraverso un apparecchio di
sollevamento. Per scavi d'elevate profondità le armature saranno predisposte per essere montate
sovrapposte.
Quale che sia il sistema messo in opera l'armatura dovrà, obbligatoriamente, essere rimossa
progressivamente e per modeste altezze in funzione all'avanzare delle opere definitive.

ASPORTAZIONI

OPERAZIONI DI ASPORTAZIONI, DEMOLIZIONI E SMONTAGGI

Generalità

Le operazioni di demolizioni e smontaggi dovranno essere conformi a quanto prescritto nel DPR 07
gennaio 1956, n.164 (in modo particolare art. 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 da non provocare eventuali danneggiamenti alle residue strutture, sia da prevenire qualsiasi
infortunio agli addetti al lavoro; dovranno, inoltre, essere evitati incomodi, disturbi o danni
collaterali. Particolare attenzione dovrà essere fatta allo scopo di eludere l'eventuale formazione
d'eventuali zone d'instabilità strutturale.
Sarà divieto demolire murature superiori ai 5 m d'altezza senza l'uso d'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 eventuali, necessarie opere di puntellamento ed alla messa in sicurezza
temporanea (mediante idonee opere provvisionali) 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 ai 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 scrupolosamente le
prescrizioni enunciate negli articoli specifici.
Tutti i materiali riutilizzabili (mattoni, pianelle, tegole, travi, travicelli ecc.) dovranno essere
opportunamente calati a terra, "scalcinati", puliti (utilizzando tecniche indicate dalla D.L.), ordinati
e custoditi, nei luoghi di deposito che saranno segnati negli elaborati di progetto (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
(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.

Indagini preliminari (accertamento sulle caratteristiche costruttive-strutturali)

Prima di iniziare qualsiasi procedura di demolizione e/o rimozione e più in generale qualsiasi
procedura conservativa e non (specialmente su manufatti di particolare pregio storicoarchitettonico)
sarà, opportuno, operare una serie di indagini diagnostiche preventive finalizzate alla
sistematica e scientifica acquisizione di dati inerenti la reale natura del materiale e il relativo stato di
conservazione. Sarà, pertanto, necessario redigere una sorta di pre-progetto capace di far
comprendere il manufatto interessato all'intervento, nella sua totalità e complessità. Tali dati
risulteranno utili al fine di poter ricostruire le stratigrafie murarie così da procedere in maniera
corretta e attenta. Il progetto d'indagine diagnostica non dovrà, soltanto anticipare l'intervento vero
e proprio, ma ne dovrà far parte, guidando i lavori previsti, verificandone la validità, indicando
casomai nuove soluzioni. Per maggiori dettagli e specifiche inerenti gli accertamenti diagnostici si
rimanda a quanto detto al capo IV del presente capitolato speciale di appalto.

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 d'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.

OPERAZIONI DI PRECONSOLIDAMENTO 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 ed
i prodotti ceramici come laterizi e cotti.

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
122
(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 preintervento
eseguite sotto il controllo della D.L.; ogni campione dovrà, necessariamente, essere
catalogato ed etichettato, su tale etichetta dovrà essere riportata 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 tratta di soluzioni cioè scioglimento di un solido in un liquido rapporto
peso/volume) utilizzati, le modalità ed i tempi di applicazione.

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) 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.

Velinature 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 o consolidante o da l'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 solida a
base di Etil-metacrilato/metil-acrilato 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 al 5% v/v), oppure con una soluzione acquosa al 3% di alcool
polivinilico.
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.
Avvertenze: dovrà sempre essere obbligo accertare che la quantità di sostanza attiva (ovvero
residuo secco) del prodotto consolidante polimerico sia utilizzata nella minima percentuale
possibile, naturalmente in relazione alle specifiche necessità dell'operazione di preconsolidamento.
Specifiche sui materiali: si rimanda al capo III del presente capitolato

Nebulizzazione miscele di silicato di etile

La procedura (simile a quella descritta all'articolo sul consolidamento) 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 paria 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.

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 sarà da evitare su superfici con presenza di depositi polverulenti o di grassi, in
quanto 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 scialbature 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).

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 demineralizzata 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 potranno 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
coccio pesto 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
un film plastico in Polietilene (tipo Domopak), infine, lo spazio tra presidio e interfaccia
dell'intonaco (precedentemente protetto con foglio di alluminio) sarà riempito da materiale morbido
tipo gommapiuma (o in alternativa da schiuma di resina poliuretanica).
PULITURE
Premessa metodologica
La pulitura di una superficie si deve prefiggere lo scopo di rimuovere la presenza di sostanze
estranee patogene, causa di degrado, limitandosi alla loro asportazione. Il lato estetico non deve
incidere sul risultato finale, l'intento della pulitura non deve essere quello di rendere "gradevole"
l'aspetto della superficie ma, bensì, quello di sanare uno stato di fatto alterato. Si ritengono, perciò,
inutili, nonché dannose, puliture insistenti che potrebbero intaccare la pellicola naturale del
materiale formatasi nel corso degli anni, puliture mosse, generalmente, dalla volontà di restituire al
materiale il suo aspetto originario. Tenendo conto che anche la risoluzione meno aggressiva causa
sempre una seppur minima azione lesiva sul materiale, è opportuno che le operazioni siano ben
calibrate e graduali, procedendo per fasi progressive su più campioni, in questo modo l'operatore
può verificare l'idoneità della tecnica prescelta e, allo stesso tempo, definire quando l'intervento
deve essere interrotto.
I metodi di pulitura sono diversi in relazione al tipo di materiale sul quale s'interviene e alla
sostanza che s'intende asportare, per questo motivo, la scelta deve essere fatta basandosi su delle
indagini preventive in modo da poter avere un quadro informativo puntuale sia sulla natura dei
degradi ed il loro relativo livello d'insistenza, sia sulla consistenza fisico-materica del supporto; in
molti casi, infatti, il processo chimico che innesca il degrado è strettamente correlabile alla natura
del materiale. Rimuovere le sostanze estranee da un manufatto che presenta un degrado molto
avanzato può comportare un aggravarsi dello stato di fatto per cui, prima dei lavori di pulitura, è
opportuno intervenire con un preconsolidamento puntuale delle parti precarie così da evitare di
danneggiare frammenti decoesi, esfoliati o indeboliti e, allo stesso tempo, di attaccare una superficie
instabile con acqua e/o prodotti chimici che potrebbero peggiorare la situazione.
OPERAZIONI DI PULITURA 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.
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 di pulitura su campioni di materiale;
– analisi dei risultati ottenuti sulla superficie campione al fine di determinare il sistema di pulitura
(tecnica e prodotti) più idoneo 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 particolare 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
125
nel caso in cui si debbono 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 della D.L.; 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 (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) utilizzate, le modalità ed i tempi di applicazione.

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 luce e di ombre caratteristici degli apparati decorativi, costituiscono 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,
accelerare il fenomeno di esfoliazione degli strati superficiali della pietra provocando il distacco di
frammenti.

Pulitura mediante spray di acqua a bassa pressione

Tecnica particolarmente adatta quando si tratterà di rimuovere polveri e depositi solubili in acqua o
non troppo coesi al substrato; indicata soprattutto per asportare depositi superficiali sottili legati con
gesso o calcite secondaria, su materiali lapidei di natura calcarea e poco porosi. Sconsigliata in
presenza di croste nere di spessore considerevole (1-3 mm) e contenenti percentuali di gesso elevate
(tra il 20% e il 30%) poiché i tempi di applicazione troppo lunghi potrebbero recare danni al
materiale. La superficie da trattare sarà invasa da getti d'acqua a bassa pressione (2-3 atm) proiettati
con l'ausilio di ugelli (simili a quelli comunemente usati negli impianti di irrigazione o in
orticultura) indirettamente dall'alto verso il basso, in modo tale da giungere sul materiale in caduta.
L'acqua da impiegare in questi casi dipenderà dalla natura del materiale (anche se nella pratica si
ricorre spesso all'acqua di rubinetto): in presenza di calcari teneri si useranno acque più dure, dove
si riscontreranno problemi di solubilità di carbonato di calcio si impiegheranno acque a grana molto
fine mentre, per graniti e le rocce silicate si potrà utilizzare acqua demineralizzata ovvero
deionizzata (la produzione d'acqua deionizzata in cantiere avverrà tramite l'utilizzo di appropriata
apparecchiatura con gruppo a resine scambio ioniche di adeguata capacità). Questa 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 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 all'articolo sulle generalità.

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 atmosfere), 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 della D.L., 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.

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 posizionati a 30-40 cm dalla superficie) caratterizzati da un
orifizio molto piccolo, (diametro tra i 0,41 e i 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 quarzosilicatiche)
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 4l/ora 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 all’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, si ridurrà l’acqua 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, 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,

127

prima di iniziare le operazioni di pulitura, si dovranno mettere in atto le precauzioni enunciate
all’articolo sulle generalità.

Pulitura meccanica (spazzole, bisturi, spatole ecc.)

La pulitura meccanica di superfici lapidee, comprende tutta una serie di strumenti specifici il cui
impiego è in stretta relazione al grado di persistenza delle sostanze patogene che si dovranno
asportare. Prima di procedere ad illustrare la gamma di utensili disponibili e le relative tecniche, è
opportuno precisare che, la riuscita delle operazioni di pulitura meccanica, sarà strettamente
connessa all’abilità ed alla sensibilità dell’operatore che dovrà prestare particolare attenzione a non
arrecare danni irreversibili al materiale (incisioni o segni). La pulitura meccanica consentirà la
rimozione di scialbature, depositi ed incrostazioni più o meno aderenti alla superficie; a tal fine si
potrà ricorrere a strumenti di vario tipo partendo dai più semplici come: spazzole di saggina o di
nylon, bisturi, lame, raschietti, piccole spatole metalliche, sino ad arrivare ad utilizzare
apparecchiature meccanizzate più complesse di tipo dentistico che, alimentati 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) anche se, considerato l’impatto che potrà avere tale operazione sul materiale,
si consiglia di effettuare l’operazione in maniera graduale in modo da poter avere sempre sotto
controllo l’intervento.
Avvertenze: questo tipo di pulitura potrà produrre variazioni morfologiche superficiali in funzione
alla destrezza dell’operatore ed alle condizioni conservative della superficie mentre saranno assenti
variazioni del colore delle superficie trattate da tale procedura.

Pulitura mediante impacchi

Le argille assorbenti, come la sepiolite e l’attapulgite, 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 m); 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 risulterà
vantaggiosa oltre che per l’asportazione dei sali solubili per la rimozione, dalle superfici lapidee, di
strati omogenei di composti idrosolubili o poco solubili (come croste nere poco spesse, intorno a 1
mm), macchie originate da sostanze di natura organica, strati biologici (batteri, licheni e algali)
inoltre, saranno capaci di ridurre le macchie di ossidi di rame o di ferro. Il vantaggio del loro
utilizzo risiederà nella possibilità di evitare di applicare direttamente sulla superficie sostanze
pulenti (in special modo quelle di natura chimica) che, in alcuni casi, potrebbero risultare troppo
aggressive per il substrato. La tipologia d’impacco dipenderà dal grado di persistenza e dalla
solvenza dello sporco da rimuovere, anche se si dovrà 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 d'eventuali incerature superficiali ricorrendo a dei 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 dovrà 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 sali solubili)

L'impacco acquoso consisterà nell'applicazione, direttamente sulla superficie, (preventivamente
umidificata con acqua distillata o deionizzata) di argille assorbenti (sepiolite o attapulgite con
128
granulometrie comprese tra i 100 e i 200 Mesh) o polpa di carta (fibra lunga 600-1000 m) 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
D.L. (2-3 cm per le argille, 1 cm per la polpa di carta). La permanenza dell'impacco sulla superficie
sarà strettamente relazionata al caso specifico ma soprattutto farà riferimento alle indicazioni,
dettate dalla D.L., basate su prove preventive effettuate su campioni (circa 10x10 cm). Il tempo di
contatto (da pochi minuti a diverse ore) dipenderà alla 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 attapulgite micronizzata. Gli impacchi dovranno essere eseguiti con temperature 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
setola di nylon morbidi. Sia l'attapulgite che la sepiolite saranno in grado di assorbire una grande
quantità di liquidi in rapporto al loro peso (un kg di attapulgite è in grado di assorbire 1,5 kg
d'acqua senza rigonfiare); l'attapulgite 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).

Approccio alla Pulitura mediante solventi

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 che si accingerà ad eseguire la pulitura non abbia la piena conoscenza della natura del
materiale da rimuovere, sarà necessario eseguire delle prove campione su la superficie da
rimuovere. I suddetti test, eseguiti dietro specifica autorizzazione della D.L., 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 sarà nota la natura del soluto, sia quando si dovrà 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 fs forze di dispersione tipo apolari, fp forze di tipo polari e fh 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, e maggiore sicurezza per l'operatore.
129
Specifiche sui materiali: per utilizzare, manipolare e/o conservare i suddetti prodotti si dovrà,
obbligatoriamente, fare e 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 sicurezza individuali) adeguati a
protezione della pelle, degli occhi, del viso e delle vie respiratorie.

Pulitura mediante impacchi assorbenti a base di sostanze chimiche

In presenza di sostanze patogene particolarmente persistenti (croste poco solubili) gli impacchi

potranno essere additivati con dosi limitate di sostanze chimiche, in questo caso l'operazione dovrà essere portata a compimento da personale esperto che prima di estendere il procedimento a tutte le zone che necessiteranno dell'intervento, eseguirà delle limitate tassellature di prova utili a definire, con esattezza, i tempi di applicazione e valutare i relativi effetti. Le sostanze chimiche, a base di solvente o di sospensioni ad azione solvente, con le quali si potranno additivare gli impacchi dovranno avere una limitata tossicità, bassa infiammabilità, adeguata velocità di evaporazione e una composizione pura. Un solvente troppo volatile non riuscirà a soluzionare in tempo il deposito così come un solvente con alto punto d'evaporazione ristagnerà sulla superficie. Si potrà ricorrere a prodotti basici o a sostanze detergenti quali saponi liquidi neutri non schiumosi diluiti nell'acqua di lavaggio. Le sostanze a reazione alcalina più o meno forte (come l'ammoniaca, i bicarbonati di sodio e di ammonio) saranno utilizzate soprattutto per saponificare ed eliminare le sostanze grasse delle croste a legante organico e, in soluzione concentrata, saranno in grado di attaccare incrostazioni scure spesse e scarsamente idrosolubili. I detergenti saranno in grado di diminuire la tensione superficiale dell'acqua incrementandone, in questo modo, l'azione pulente; l'utilizzo dei detergenti consentirà di stemperare le sostanze organiche (oli e grassi), di tenere in sospensione le particelle di depositi inorganici non solubilizzati o disgregati, di compiere un'azione battericida presentando il vantaggio di poter essere asportati insieme allo sporco senza lasciare alcun residuo.

Per asportare croste nere di piccolo spessore (1-2 mm) uno dei formulati che, se non diversamente indicato dalla D.L., potrà essere utilizzato si comporrà di:

1000 cc di acqua deionizzata
50 g di carbossimetilcellulosa (serve per dare consistenza tissotropica all'impasto)
30 g di bicarbonato di sodio (NaHCO3)
50-100 g di EDTA (sale bisodico).

Il tempo di contatto potrà variare secondo i casi specifici nel caso in cui la D.L. riterrà opportuno prolungarlo nel tempo (sulla base di prove preventive su tasselli di materiale campione), si dovrà provvedere alla copertura dell'area interessata con fogli di polietilene in modo da impedire l'evaporazione dell'acqua presente nel composto. Una volta rimosso il composto, si dovrà procedere alla pulitura con acqua deionizzata aiutata, se si riterrà necessario, con una leggera spazzolatura. L'EDTA bisodico è particolarmente efficace nella rimozione di patine di gesso, generate da solfatazioni e carbonato di calcio legati alla presenza di scialbi o ricarbonatazioni superficiali, L'EDTA tetrasodico risulterà invece efficace nella rimozione di patine composte da ossalato di calcio.

In alternativa si potrà utilizzare un impacco leggermente diverso denominato AB 57 composto nel seguente modo:

1000 cc di acqua deionizzata
60 g di carbossimetilcellulosa
50 g di bicarbonato di sodio (NaHCO3)
30 g di bicarbonato di ammonio (NH4HCO3)
25 g di EDTA (sale bisodico)
10 g di Neodesogen (sale di ammonio quaternario) al 10%

Rispettando la composizione si avrà una soluzione il cui pH sarà di circa 7,5 (sarà, in ogni caso, sufficiente che il pH non superi il valore di 8 al fine di evitare pericolosi fenomeni di corrosione dei calcarei e l'eventuale formazione di sotto prodotti dannosi); la quantità di EDTA potrà variare fino ad un massimo di 100-125 g alla miscelazione potranno essere aggiunte ammoniaca o tritanolammina (liquido limpido, viscoso, molto igroscopico) allo scopo di migliorare la dissoluzione di componenti "grassi" presenti nella crosta. Anche in questo caso ad operazione avvenuta si renderà indispensabile un lavaggio con acqua deionizzata accompagnato, se si riterrà necessario, da una blanda azione meccanica di spazzolatura.

Per la rimozione di ruggine dalle superfici lapidee il reagente utilizzato sarà diverso a seconda se si ritratterà di operare la pulitura su rocce calcaree o su rocce silicee; le macchie di ferro, su queste ultime, si potranno rimuovere mediante acido fosforico e fosfati, floruri o citrati mentre, sulle rocce calcaree, si potrà ricorrere a una soluzione satura di fosfato di ammonio (con pH portato a 6 per

130

aggiunta di acido fosforico) facendo attenzione a limitare al minimo il tempo di contatto. È buona norma, prima di applicare gli impacchi sgrassare la superficie da pulire e, al fine di limitare la diffusione del ferro all'interno del materiale, applicare i primi impacchi su di un'area doppiamente estesa rispetto a quella dell'intervento e, quelli successivi, limitandosi alla parte interessata dalla patologia.

Avvertenze: questo tipo di pulitura comporterà inevitabilmente un blando effetto di corrosione delle superfici calcaree soprattutto in avanzato stato di degrado, ciò è dovuto principalmente alla presenza di agenti complessati del calcio all'interno del formulato AB57. La pulitura con impacco chimico aumenterà, inoltre leggermente l'assorbimento capillare di acqua in relazione all'effetto di corrosione corticale esaminato in precedenza. In alcuni casi, inoltre, la pulitura chimica potrà presentare una leggere sbiancatura delle superfici trattate.

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 i calcari sensibilmente porosi dove potrà incontrare
difficoltà nel rimuovere i residui dell'impacco o per rimuovere patine e croste su superfici
policrome dipinte a secco. 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: pasta di carta a fibra media-grossa
(granulometria 200-600 m, metà della quantità di polpa di carta potrà essere sostituita con
Sepiolite), carbonato di ammonio al 20-25% (soluzione satura e acqua deionizzata o
demineralizzata in rapporto 1:2), in alternativa si potrà utilizzare carbonato 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 m) 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 pasta di cellulosa a macinazione medio-grossa (200-1000
m) 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 adire più a lungo e più in profondità. Impacchi invece realizzati con grana fine o finissima (00-
200 m) verranno impiegati con tempi di contato 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.
131
Specifiche sui materiali: si rimanda al capo III del presente capitolato
Avvertenze: l'applicazione degli impacchi chimici dovrà essere fatta dal basso verso l'alto in modo
da ovviare pericolosi ed incontrollabili fenomeni di ruscellamento e al fine di ogni applicazione si
procederà all'asportazione di ogni traccia di sostanza chimica ricorrendo sia ad un accurato
risciacquo manuale con acqua demineralizzata sia, se indicato dalla scheda tecnica del prodotto,
all'ausilio di apposite sostanze neutralizzatrici. I vantaggi degli impacchi, indipendentemente dalla
tipologia, risiedono nella loro non dannosità, nel basso costo (le argille sono riutilizzabili previo
lavaggio in acqua) e nella facilità di messa in opera, non solo ma se si userà una miscela di polpa di
carta più argille assorbenti (in rapporto 1:1) si potranno sfruttare le caratteristiche migliori di
entrambe (l'impacco che ne deriverà dovrà presentarsi morbido e malleabile tale da permettere
l'applicazione sulle zone interessate senza cadute di materiale o percolazione di liquido in eccesso
sulle zone limitrofe), per contro gli svantaggi 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 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 (desolfatante) 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, 1 parte in peso di resina in 1 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 della D.L. 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 ed 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 della D.L.
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
dalla D.L., 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
132
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 un 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 metilpropil
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 al 0,2%, e un
tensioattivo non ionico al 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).

Pulitura mediante apparecchi aeroabrasivi (sistema Jos e Rotec)

La pulitura mediante apparecchi aeroabrasivi potrà essere impiegata al fine di rimuovere dalle
superfici lapidee particellato atmosferico, incrostazioni calcaree, croste nere, graffiti, alghe, muschi
e licheni. Un metodo di pulitura aeroabrasiva è il sistema Jos che, sfruttando una spirale di tipo
elicoidale a bassissima pressione (0,1–1 bar) consentirà di operare interventi di pulitura, sia a secco
(utilizzando aria e inerti di varia granulometria) che ad umido (impiegando aria, inerti e bassi
quantitativi di acqua che variano da 5-60 l/h in base al tipo di ugello utilizzato e allo sporco da
rimuovere). 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 micron) e con durezza che potrà variare
da 1–4 Mohs utilizzati, talvolta, con spigoli arrotondati, così che si potranno ovviare 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 agli 1,5 bar; se
dovranno essere pulite superfici di marmo, granito e travertino si utilizzerà carbonato di calcio
come inerte (in grani da 300 mm 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 d'acqua. Si
utilizzerà acqua lievemente dura per la pulitura di calcarei teneri, acqua dolce sarà utilizzata per la
pulitura di pietre silicee mentre, per rocce silicatiche e graniti, s'impiegherà acqua deionizzata. In
ogni caso il consumo di acqua sarà in relazione al tipo e alle dimensioni dell'ugello utilizzato (per
ogni 2 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.)
133
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 i 0,2-0,4 bar).

Pulitura mediante microsabbiatura di precisione

La microsabbiatura di precisione prevedrà 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 (pressione del getto variabile a seconda dei casi da
0,3 a 6 bar), 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 microsabbiatura 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 sconsiglierà 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,
rapporto aria-abrasivo ed i tempi di applicazione. La microsabbiatura 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 mm e i valori massimi di 40-60 mm in
relazione alla natura stessa della polvere abrasiva, 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 3-4 bar considerato che
con tale forza di impatto sarà possibile asportare depositi di spessore variabile tra 1-2 mm.
L'operazione di microsabbiatura 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. L'erogazione del getto dovrà avvenire in modo tale che
l'operatore sia in grado, per tutta la durata dell'intervento, di orientare l'ugello (di dimensione
compresa tra 0,2 e 1,8 mm) 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 microsabbiatura 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, in questo modo, l'ugello; per ovviare tale inconveniente potrebbe
risultare utile dotare l'apparecchiatura di un apposito deumidificatore.
Avvertenze: questo tipo di pulitura comporta variazioni morfologiche superficiali in funzione della
destrezza dell'operatore, alla scelta della polvere abrasiva in rapporto alla pressione di uscita ed alle
condizioni conservative del manufatto. La superficie pulita con microsabbiatura si presenterà
maggiormente assorbente e "sbiancata".

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, supportata da una base rigida di colore blu.
L'utilizzo di queste spugne consentirà di asportare, oltre ai normali depositi di polvere, il nero di
fumo causato da candele d'altari e da incensi mentre non saranno particolarmente adatte per
134
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 la superficie da
trattare (con passate omogenee a pressione costante) con la spugna 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.
Avvertenze: 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.

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, terrecotte 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. Altro fattore a favore di questa tecnica è l'assoluta mancanza di
aditivi 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 la D.L.)
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 maggior o minor 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) permetterà di eviterà le "bruciature" superficiali e
limiterà notevolmente l'ingiallimento delle superficie, questo ultimo fenomeno potrà essere, in ogni
caso risolto mediane 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
la D.L. 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
135
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.
Dispositivi di sicurezza: i sistemi minimi di sicurezza per operare con strumenti laser saranno:
– la zona di lavoro del laser dovrà essere segnalata da apposito segno grafico;
– l'operatore e le persone eventualmente presenti all'interno dell'area di lavoro laser dovranno
indossare occhiali speciali di protezione muniti di lenti ad alta densità ottica, capaci di schermare la
radiazione infrarossa di 1064 mm 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.
Macroflora
Appartengono alla macroflora tutti quegli organismi microscopicamente visibili (alghe, muschi,
licheni, vegetazione superiore 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 particellato atmosferico e da organismi
morti); sul quale, i depositi di spore trasportate dal vento agevolano la riproduzione di alghe muschi
e licheni; le alghe provocano sulla superficie un'azione meccanica corrosiva agevolando l'impianto
d'ulteriori micro e macrorganismi; 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 presenza d'alghe, 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.
Generalità
Prima di procedere con le operazioni diserbanti, in special modo quelli indirizzati 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,
– prevedere i danni che le operazioni meccaniche di asportazione delle radici e dei semi penetrati in
profondità potrebbero recare alla struttura muraria,
– 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:
– prodotti indicati ad estirpare piante a foglia larga da quelli per piante a foglia stretta,
– prodotti da assorbimento fogliare da quelli ad assorbimento radicale,
– prodotti circoscritti contro la vegetazione erbacea da quelli arbusticidi,
– prodotti come erbicidi "di contatto" (agiscono sugli apparati vegetativi delle specie già
sviluppate) dagli 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,
– dopo l'applicazione non persistere 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, previa diluizione (normalmente 0,1/1%) del biocidi in acqua e la conseguente
applicazione sulla vegetazione. Si può applicare sia su piante erbacee sia su arboree; l'irrorazione
avverrà utilizzando annaffiatoi 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;
136
– impacchi applicati al colletto della radice appena tagliato particolarmente indicati contro le piante
lignificate 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, ed osservare le norme generali di prevenzione degli infortuni relativi all'utilizzo di prodotti
chimici velenosi.

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 radici
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 ad 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, consentiranno di ridurre i pericoli d'inquinamento delle aree limitrofe
circoscrivendo l'intervento alle sole zone interessate; la clorotriazina (per assorbimento radicale)
risulterà efficacie 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 la D.L.
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.

Disinfestazione da alghe muschi e licheni

Alghe, muschi e licheni crescono su substrati argillosi depositatesi sulle pietre e su queste si
manifestano tramite delle escrescenze più o meno aderenti e spesse; la loro asportazione potrà
essere, sia meccanica (che difficilmente risulterà completamente risolutiva) mediante l'ausilio di
spazzole rigide, bisturi, spatole ecc. facendo attenzione a non intaccare la superficie, sia con biocidi.
Se i licheni risulteranno molto spessi e tenaci la rimozione meccanica sarà preceduta
dall'applicazione sulla superficie di una soluzione di 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 alghe, muschi e licheni prevedrà 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
alghicidi e lichenicidi; gli alghicidi comprendono prodotti tra i quali derivati del fenolo, sali di
ammonio quaternario, composti organo metallici ecc. utilizzati sotto forma di soluzione o
dispersioni acquose (in concentrazione tra 1% e il 10%); i lichenicidi comprendono i sali di
ammonio quaternario e gli enzimi proteolitici, questi biocidi sono solubili in acqua e applicati in
soluzioni acquose debolmente concentrate (1-3%). Dopo l'applicazione del biocida, si dovrà
eseguire un ripetuto lavaggio della superficie con acqua pulita e, con l'eventuale utilizzo
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.

Microflora

La microflora è costituita da batteri e funghi; il loro sviluppo è favorito da condizioni al contorno
137
caratterizzate da elevata umidità relativa e/o dalla presenza ristagnante d'acqua 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 sollecitandone meccanicamente la struttura, incrementando la
decoesione del materiale. 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.

Generalità

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 lasciando residui di inerti
stabili, 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 ed
occhiali, ed osservare le norme generali di prevenzione degli infortuni relativi all'utilizzo di prodotti
chimici velenosi.

Rimozione della microflora

La rimozione della patina biologica potrà essere fatta tramite pulitura manuale (bisturi, spazzole
ecc.), meccanica (di microsabbiatura) 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 sabbiatura 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 alterarne lo 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); il trattamento a spruzzo
(applicato con le dovute precauzioni e protezioni da parte dell'operatore) 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.

OPERAZIONI DI STUCCATURE, INTEGRAZIONI DEI MATERIALI LAPIDEI (AGGIUNTE)

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.

Generalità

Prima di mettere in pratica i protocolli di stuccatura, integrazione ed aggiunte sui materiali lapidei
(con questo termine saranno intesi, oltre che i marmi e le pietre propriamente detti, anche gli
stucchi, le malte, gli intonaci ed i prodotti ceramici come laterizi e cotti) sarà opportuno seguire
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 della D.L., all'ablazione puntuale tramite scopini (di saggina),
spatole, cazzuolini, mazzetta e scalpello di piccole dimensioni, martelline, vibroincisori ecc., di tutte
le parti non compatibili con il supporto (legno, ferro, malte erose o gravemente degradate ecc.),
ovvero stuccature od integrazioni realizzate con malte troppo crude (cementizie) in grado di creare
col tempo stress meccanici. L'operazione dovrà avvenire con la massima cura evitando
accuratamente di non intaccare il manufatto originale.

Pulitura della superficie

Ciclo di pulitura con 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 dalle indicazioni della D.L. (ad es. impacchi di polpa di cellulosa imbevuti
in acqua demineralizzata). 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 della D.L.; ogni campione dovrà,
necessariamente, essere catalogato ed etichettato; su tale etichetta dovrà essere riportata 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.

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.
Previa 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)
139
caricato con tre parti di polvere di coccio pesto (30 parti); in alternativa il coccio 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 < al 2%). La stuccatura sarà effettuata utilizzando cazzuolini,
cucchiarotto 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 eseguirle
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 boiacca (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 coccio pesto o pozzolana, 10 parti di resina acrilica
in emulsione, 1 parte di gluconato di sodio); le cariche saranno superventilate (granulometrie
inferiori i 60 mm). 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: sarà vietato l'utilizzo di grassello di calce ottenuto semplicemente
aggiungendo un'adeguata quantità d'acqua (circa il 20%) alla calce idrata in polvere. Così facendo
si otterrà un grassello in appena 24 ore ma sarà un prodotto scadente; pertanto, sarà prescritto
l'utilizzo di grassello di calce spenta da almeno 12 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 f 2 mm maglia 10x10 mm) e/o con perni filettati di acciaio inossidabile, preferibilmente di tipo
austenitico, della serie AISI 300L (314L o 316L), che presenterà anche buone doti di piegabilità (ad
es. 2-3 f 4 mm), 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 tener conto 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 temperature 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: sarà vietato 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 e il più possibile vicino a quello dei materiali da ripristinare.
Trattamento finale
A presa avvenuta la superficie stuccata verrà 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).

Stuccature di elementi lapidei

Lo scopo dell'intervento sarà quello di colmare le lacune e le discontinuità (parziale mancanza di
giunti di malta, fratturazione del concio di pietra ecc.) presenti sulla superficie della pietra (qualsiasi
sia la loro origine) così da "unificare" la superficie ed offrire agli agenti di degrado (inquinanti
140
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 coccio pesto; in alternativa al coccio pesto si potrà utilizzare pozzolana

ventilata (rapporto legante-inerte 1:3). La stuccatura si eseguirà utilizzando piccole spatole a foglia
o cazzuolini evitando con cura di intaccare 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 sei 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 triturata 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 coccio pesto, sabbie
silicee ventilate, pozzolana, o carbonato di calcio: rapporto tra legante-inerte di 1:3 (per es. 1 parte
grassello di calce, 1 parte pietra macinata, 2 parti di polvere di marmo fine). Sarà 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 esplicare in opera valori di resistenza meccanica e modulo elastico inferiori a
quelle del supporto, pur rimanendo con ordini di grandezza non eccessivamente lontani da quelli del
litotipo. A stagionatura ultimata si potranno verificare, in opera i seguenti intervalli di valori:
– modulo elastico 10-20000 N/mm2;
– resistenza meccanica compressione 30-50 N/mm2, flessione 7,5-9,5 N/mm2;
– adesione al supporto a trazione diretta 1-4 N/mm2 (in funzione della scabrosità della superficie);
– permeabilità al vapore < 50 m;
– resistenza al passaggio CO2 1000-3000 m.
Additivi organici
Le malte utilizzate potranno essere caricate, se le disposizioni di progetto lo prevedono, con additivi
organici (in quantità < 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 colloide 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 della D.L., il rapporto leganteadditivo
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
141
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.

Risarcimento-Stilatura giunti di malta

L'intervento prevedrà l'integrazione delle porzioni di malta mancanti e sarà eseguito mediante
impasti plastici a base di calce con i requisiti di resistenza simili a quelle del materiale originale e
con caratteristiche fisiche (tessitura, grana, colore ecc.) 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 stillatura 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 prevedrà l'abbondante bagnatura con acqua pulita
(specialmente se il sub strato 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 coccio pesto
(coccio macinato disidratato ricavato dalla frantumazione d'argilla cotta a basse temperature); in
ogni caso il rapporto legante inerte sarà sempre di 1:2. Questo strato di "fondo" si effettuerà

utilizzando cazzuolino, cucchiarotto 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 stillatura 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 campioni, e dalla risoluzione cromatica che si vorrà
ottenere in sintonia o in difformità con le malte esistenti.
Dopo un periodo di tempo sufficiente a consentire un primo indurimento dell'impasto si provvederà
a "stringere" la malta mediante una leggera pressione della mano o della punta della cazzuola, così
da compattarla e renderla più solida. Questa operazione andrà ripetuta dopo circa 5-6 ore d'estate e
dopo 24 ore d'inverno nell'arco di mezza giornata fino a che, il giunto, apparirà coeso e senza cretti.
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.

Stuccature salvabordo lacune di intonaco

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 stuccature salvabordo dovranno essere realizzate con malte compatibili
con il supporto, traspirabili (coefficiente di permeabilità m < 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.

Trattamento lacune di intonaco

Il distacco d'intere 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, infatti, realizzato con un intonaco compatibile con il supporto e similare a quello
esistente per spessore (numero di strati), composizione e traspirabilità; i coefficienti di dilatazione
termica e di resistenza meccanica dovranno essere similari a quelli dei materiali esistenti così da
poter garantire lo stesso comportamento alle diverse sollecitazioni (pioggia battente, vapore,
umidità ecc.). La formulazione della malta per realizzare il nuovo intonaco dovrà presentare le
caratteristiche tecnologiche dell'intonaco rimasto sulla superficie ovvero, dall'analisi della

rimanenza si dovranno dedurre le varie stratificazioni, i diversi componenti e in che modo sono stati
combinati tra loro: rapporto aggregato-legante, granulometria inerte e il tipo di legante. Prima di
143
procedere con il rappezzo la superficie dovrà essere preparata; la muratura interessata
dall'intervento dovrà essere sufficientemente asciutta (esente da fenomeni d'umidità), scabra
(mediante picchiettatura, bocciardatura ecc.) e pulita (priva di sali e/o patine al riguardo si rimanda
agli articoli specifici inerenti le puliture) in modo da consentire la totale aderenza della nuova malta
sul supporto dopodiché, si eseguirà l'inumidimento della muratura tramite pennello imbevuto
d'acqua o, mediante l'uso di un semplice nebulizzatore manuale (contrariamente una parete asciutta
potrebbe assorbire eccessivamente l'acqua presente nell'impasto provocando il ritiro della malta).
Al fine di garantire la corretta realizzazione dell'impasto dovranno essere presi degli accorgimenti
sul modo di dosare e amalgamare i diversi componenti.
La preparazione della malta, se avverrà in cantiere, dovrà essere fatta in contenitori puliti privi di
residui di sostanze che potrebbero alterare la natura dell'impasto, 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 rinzaffo (in malta morbida con aggregati a grana
grossa 1,5-5 mm) in modo tale da penetrare bene negli interstizi dell'apparecchio, a presa avvenuta,
previa bagnatura della superficie, si procederà alla stesura dell'arriccio, tramite cazzuola, in strati
successivi (1-1,5 cm) fino a raggiungere lo spessore indicato da progetto utilizzando una malta
composta da aggregati medi (0,5-1,5 mm), l'ultimo strato di arriccio verrà pareggiato e frattazzato.
La finitura, verrà applicata con frattazzo in strati sottili lisciati con frattazzini di spugna,
leggermente imbevuti di acqua. In presenza di spessori considerevoli (tra i 6-8 cm) sarà
consigliabile realizzare, una rincocciatura (per maggiori dettagli si rimanda all'articolo specifico)
della cavità con malta idraulica (calce idraulica naturale NHL 3,5 e scaglie di laterizio rapporto
legante inerte 1:3). Particolare attenzione dovrà essere fatta nella messa in opera in prossimità delle
zone d'unione tra le due superfici poiché, la loro corretta esecuzione potrà evitare l'insorgenza di
punti di discontinuità, a tale riguardo sarà consigliabile rifinire i lembi con spatolini da stuccatore in
modo da garantire una maggiore precisione nella rifinitura. L'applicazione del nuovo intonaco
dovrà essere fatta con i valori della temperatura esterna tra i 5°C e i 30°C; la malta dovrà essere
accuratamente compressa all'interno della lacuna al fine di ottenere delle buone caratteristiche
meccaniche, inoltre tra la posa dei vari strati dovranno intercorrere dei tempi d'attesa (relazionati
alle diverse tipologie di malte) durante i quali le superfici dovranno essere bagnate. La presenza del
rappezzo sulla superficie muraria se specificato dagli elaborati di progetto potrà non mimetizzarsi
con la preesistenza così da tutelare le diverse stratificazioni storiche; a tale riguardo i rappezzi
esterni potranno essere rilevabili diversificando la lavorazione dello strato di finitura (ad esempio
passando una spazzola di saggina sullo strato di finitura a presa iniziata ma ancora lavorabile),
utilizzando granulometria di inerti leggermente differenti o dipingendolo con una tonalità di colore
più chiara o più scura (a discrezione del progettista) mentre, per quanto riguarda i rappezzi interni
(meno soggetti all'azione degradante) oltre alle soluzioni sopra citate si potrà decidere di arretrare
lo spessore del rappezzo di pochi millimetri rispetto allo spessore del vecchio intonaco.
Specifiche: nel caso in cui il rappezzo presentasse un'ampiezza considerevole, sarà opportuno
predisporre, sopra il primo strato di rinzaffo, 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
144
disponibile in cantiere. Le fasce così realizzate costituiranno il dispositivo di controllo dello
spessore dell'intonaco.
Al fine di ridurre il rischio di cavillature sarà conveniente seguire delle accortezze tipo: non
utilizzare malta con elevato dosaggio di legante (malta grassa) che dovrebbe, in ogni caso essere
decrescente dallo strato di rinzaffo a quello di finitura, così come dovrebbe essere la resistenza a
compressione; applicare la malta per strati successivi sempre più sottili con aggregati a
granulometria più minuta partendo dagli strati più profondi fino ad arrivare a quelli più superficiali.

Rappezzo di intonaco di calce (aerea e idraulica)

La malta di calce aerea, largamente utilizzata in passato per intonacare le pareti esterne, si
componeva principalmente di calce spenta, sabbia e terre colorate; il legante era lo stesso per i
diversi strati ciò che variava era la quantità e la dimensione degli inerti (più grandi per gli strati
interni più piccoli per quelli esterni). Il rappezzo d'intonaco con questo tipo di malta dovrà essere
eseguito con particolare cura tenendo conto dei fattori vincolanti per il risultato finale come i lunghi
tempi d'attesa fra le diverse fasi della posa e la necessità di irrorare costantemente la superficie
onde evitare di "bruciare" l'impasto con conseguente diminuzione delle caratteristiche di resistenza
e di durabilità; durante il processo di presa, infatti, la perdita d'acqua dovrà essere graduale; il
quantitativo d'acqua dovrà essere relazionato ai singoli casi specifici poiché l'asciugatura più o

meno veloce dipenderà da diversi fattori tra i quali: l'umidità atmosferica, il sole battente e la
velocità del vento. Considerata la difficoltà della messa in opera si potrà realizzare un rappezzo
limitando la malta di calce aerea (sia grassello di calce sia calce idrata) allo strato finale mentre per i
primi strati aggiungere all'impasto una quantità di legante idraulico (calce idraulica naturale NHL o
in alternativa calce idraulica naturale con aggiunta di materiali pozzolanici fino ad un massimo del
20% NHL-Z) in modo da poter accorciare i tempi d'attesa fra le diverse fasi operative. Previa
preparazione del supporto come indicato nell'articolo inerente il rappezzo di intonaco si procederà
alla posa del primo strato di rinzaffo che potrà essere composto da 2 parti di grassello di calce, 1
parti di calce idraulica naturale NHL 5 e 9 parti di sabbione (in alternativa si potranno sostituire 3
parti di sabbione con altrettante di coccio pesto o pozzolana) lasciando la superficie a ruvido, dopo
aver atteso almeno tre giorni (durante i quali la superficie verrà costantemente bagnata) previa
bagnatura del supporto si stenderà lo strato di arriccio (ad es. 4 parti di grassello di calce, 1 parte di
calce idraulica naturale NHL 3,5, 10 parti di sabbia vagliata) in eventuali strati successivi (di
spessore non superiore a 1-1,5 cm per singolo strato) fino a raggiungimento dello spessore indicato
da progetto. L'ultimo strato verrà staggiato superficialmente portando il profilo dell'intonaco al
giusto livello aiutandosi con le fasce di guida, si dovrà provvedere alla frattazzatura così da
uniformare la planarità e le superfici dovranno risultare piane ma allo stesso tempo scabre per
consentire alla finitura di aderire bene (per maggiori dettagli sulle finiture si rimanda a quanto detto
agli articoli specifici).
Specifiche: sarà opportuno ricordare che i rappezzi di sola malta di calce aerea idrata in polvere
saranno poco confacenti per superfici esterne poiché poco resistenti nel tempo all'aggressione degli
agenti atmosferici (poco resistenti alle sollecitazioni meccaniche e spiccata propensione
all'assorbimento capillare d'acqua), si consiglierà pertanto di limitare l'intervento, dove sarà
consentito, alle superfici interne. Nella preparazione delle malte con grassello di calce, il grassello
dovrà essere anticipatamente stemperato (in pari volumi d'acqua) così da ottenere una densità tale
da mantenere limitatamente le forme, in ogni caso tale da non essere autolivellante in superficie;
ottenuto il latte di calce, sempre mescolando, verrà aggiunto l'inerte scelto. In caso di malte
bastarde con grassello e calce idraulica quest'ultima dovrà essere mescolata precedentemente
all'impasto con l'inerte.
Per quanto concerne le malte idrauliche dovranno essere utilizzate entro le 2 ore in estate (3 ore in
inverno) dall'aggiunta dell'acqua.
Ad operazione conclusa sarà possibile porre in risalto l'aggregato, tamponando la superficie con
spugne ed acqua deionizzata o sfregando la superficie con pasta abrasiva, rimossa in un secondo
tempo con spugna bagnata.

Rappezzo di intonaco civile

Per rappezzo d'intonaco civile s'intende un intonaco steso in due strati; il primo costituisce il fondo
ed il secondo, lo strato di finitura. Questo tipo di rappezzo è di facile e rapida esecuzione; risulterà
particolarmente adatto per colmare lacune poco profonde (considerato il suo spessore limitato
intorno a 1,5-2 cm), principalmente su cortine murarie in laterizio, in edifici di poco pregio. Se non
diversamente indicato dagli elaborati di progetto si potrà utilizzare come intonaco di fondo un
impasto costituito da: 1 parte di calce idraulica, 0,10 parti di cemento bianco e 2,5 parti di sabbione
(granulometria 1,5 parti di 1,5-3 mm + 1 parte di 0,5-1,2 mm), mentre per lo strato a finire 1 parte
145
di calce idraulica e 2 parti di sabbia fine (granulometria 0,5-0,8 mm). L'applicazione sulla
superficie seguirà le procedure elencate nell'articolo inerente il rappezzo d'intonaco; previa
bagnatura della parete verrà applicato lo strato di fondo dopodiché, a presa avvenuta, si procederà
con la stesura dello strato di finitura tramite cazzuola americana o sparviero, la superficie verrà
successivamente rifinita con frattazzo in legno o di spugna secondo la finitura desiderata.

Rappezzo di intonaco colorato in pasta

Questo tipo di rappezzo consiste nella realizzazione di uno strato di finitura in malta di calce aerea e
sabbie fini e selezionate (pigmentate con terre naturali o pietre macinate) su di un intonaco di calce
idraulica. Previa preparazione del supporto come indicato nell'articolo inerente il rappezzo
d'intonaco, si procederà alla preparazione degli impasti e la conseguente messa in opera, previa
bagnatura del supporto, dello strato di rinzaffo (se necessario) e di arriccio formulati se, non
diversamente indicato dagli elaborati di progetto come segue; il rinzaffo con una malta costituita da:
1 parte di calce idraulica naturale NHL 5, 3 parti di sabbia a grana grossa (1,5-5 mm), mentre
l'arriccio con una malta composta da: 1 parte di calce idraulica naturale NHL 3,5, 2 parti di sabbia a
grana media (0,5-1,5 mm). L'arriccio verrà successivamente frattazzato. Lo strato di finitura
pigmentato sarà realizzato con una malta morbida, se non diversamente specificato dagli elaborati
di progetto si potrà utilizzare un impasto così composto: 5 parti di grassello di calce, 1 parte di calce
idraulica naturale NHL 2, 12 parti di aggregato a grana fine (0,1-0,8 mm) e con l'aggiunta di terre
colorate e pigmenti (massimo 5% di pigmenti minerali ricavati dalla macinazione di pietre o 10% di
terre). La finitura (per uno spessore massimo di 4-5 mm) verrà applicata, previa bagnatura
dell'arriccio, mediante l'uso di frattazzi metallici in spessori sottili, dopodiché si procederà alla
lisciatura con frattazzini di spugna leggermente imbevuti d'acqua così da ottenere una ruvidezza
uniforme.

Finiture superficiali

La finitura così come da definizione, costituisce l'ultimo strato dell'intonaco; realizzata in spessori
ridotti si ottiene utilizzando impasti con miscele selezionate di materiali vagliati accuratamente
messi in opera seguendo diverse tecniche a seconda dell'effetto finale desiderato, a tale riguardo
importante è la tipologia e la granulometria dell'inerte prescelto visto che a questo elemento si lega
la consistenza e soprattutto l'aspetto della finitura stessa (liscia o rugosa).

Marmorino

L'intonaco a marmorino può essere considerato uno degli intonaci più pregevoli del passato,
composto in antico da uno spesso strato di malta a base di calce aerea e coccio pesto (con rapporto
inerte legante 2:1 ed una parte d'acqua) e da un secondo strato formato da una parte di calce, 1,5 di
polvere di marmo e 0,7 parti di acqua; l'effetto marmoreo delle superficie si otteneva con olio di
lino, sapone o cera applicati con un panno morbido e strofinati.
Attualmente, quando si dovrà realizzare una finitura a marmorino si potrà ricorrere all'uso di grassello di calce, calce idrata,
polveri di marmo, aggregati selezionati a granulometria finissima (esenti da sostanze organiche),
terre colorate naturali, pietre macinate e lattice acrilico come additivo. Se non diversamente indicato
dagli elaborati di progetto si potrà utilizzare un impasto costituito da: 2 parti di grassello di calce,

0,50 parti di calce idraulica naturale, 2 parti di polvere di marmo, 1 parte di sabbia eventualmente
additivata con pigmenti e terre naturali (massimo 5%) in alternativa si potrà utilizzare un composto
costituito da 1 parte di grassello, 0,5 parti di calce idraulica naturale NHL 2, 0,5 parti di cemento
bianco, 4 parti di polvere di marmo (granulometria impalpabile di colorazione prescelta dalla D.L.).
Prima di procedere con l'applicazione della finitura occorrerà verificare la corretta realizzazione
dello strato d'arriccio (tenendo presente che la messa in opera del marmorino dovrà essere fatta,
entro tre mesi dalla sua avvenuta esecuzione) e l'assenza di, eventuali, anomalie (fessurazioni,
elementi contaminanti come polveri, assenza di patine, efflorescenze ecc.).
La preparazione dell'impasto potrà essere realizzata a mano o con l'ausilio di impastatrici;
all'interno di contenitori puliti verrà introdotto l'aggregato, il legante, i pigmenti e l'acqua (nel caso
s'impasti manualmente si aggiungeranno prima 2/3 della quantità di acqua necessaria e poi la parte
rimanente) e s'impasterà fino a che il composto non risulti uniforme. L'acqua per l'impasto dovrà
essere limpida priva di materie organiche e terrose; gli additivi, se richiesti da progetto, verranno
aggiunti diversamente a seconda se saranno liquidi o in polvere; nel primo caso dovranno essere
miscelati insieme all'acqua d'impasto mentre, se in polvere s'introdurranno nell'impastatrice tra la
sabbia e il legante. L'applicazione dello strato di finitura a marmorino dovrà essere fatto con una
temperatura esterna compresa tra i +5°C e i +35°C; previa bagnatura del supporto verrà applicato in
strati sottilissimi (2-3 mm), con l'ausilio di cazzuole metalliche, per successive rasature dopodiché,
la superficie verrà levigata e compattata con forza tramite rasiere metalliche allo scopo di ottenere
superfici lisce. Nei casi in cui le indicazioni di progetto richiederanno una superficie
146
particolarmente lucida, impermeabile ed allo stesso tempo traspirante si potrà applicare, a pennello,
un composto untuoso formato da sapone di Marsiglia neutro disciolto in acqua (1 parte di sapone,
10 parti d'acqua tiepida); passato il tempo necessario affinché la saponatura si sia asciugata,
mostrandosi opaca e bianchiccia (circa 1-2 ore), sulla parete andrà passato energicamente un panno
di lana o tampone di ovatta al fine di ottenere la cosiddetta lucentezza a specchio; in alternativa la
parete potrà essere lisciata energicamente con frattazzo metallico.

Intonachino o colla

La finitura ad intonachino verrà applicata su di uno strato d'intonaco, realizzato con calce aerea od
idraulica naturale, non lavorato (lasciato a rustico); l'impasto, che si comporrà di grassello di calce
(in alternativa si potrà utilizzare una malta imbastardita con una porzione di calce idraulica naturale
NHL 2 con un rapporto grassello calce idraulica 1:5) ed inerte la cui granulometria dipenderà
dall'effetto finale desiderato (fine o rustico); il rapporto legante–inerte potrà variare da 1:2 (se si
utilizzerà una malta bastarda) a 1:1 e lo spessore non dovrà essere superiore a 3 mm. L'intonachino
verrà applicato mediante spatola americana in acciaio in uno o più strati, secondo il grado di finitura
che si desideri ottenere e in riferimento alle specifiche di progetto. Il risultato dell'operazione
dipenderà molto dall'applicazione dell'inerte, per questo la messa in opera sarà preferibile eseguirla
quando il supporto d'intonaco si presenterà ancora sufficientemente fresco in modo tale che l'inerte
possa ben aderire. La temperatura d'applicazione potrà oscillare tra i +10°C e i +30°C.
In alternativa si potrà stendere un intonachino pigmentato in pasta composto da grassello di calce e
pigmenti minerali naturali (ocre rosse e gialle, terre d'ombra, terra di Siena) ovvero ossidi di ferro
più resistenti allo sbiancamento prodotto dall'azione alcalina della calce. L'intonachino così
composto potrà essere messo in opera in pasta, senza aggregati, rasando con uno strato molto sottile
la superficie. Nel caso si voglia aggiungere degli inerti aggiuntivi (quali ad es. polveri di marmo, di
pietra o coccio pesto) lo spessore aumenterà fino a 3-4 mm, questo tipo di intonachino risulterà
estremamente resistente e duraturo, anche in ragione dello spessore.

Intonachino fine

La finitura ad intonachino fine si otterrà mediante l'uso di un impasto con inerti a granulometria
compresa tra i 0,4–0,8 mm (ad es. 0,40-0,60 mm per un 55%, di 0,6-0,8 mm per il restante 45%)
applicati in due strati successivi; applicando il secondo strato ad asciugatura del primo, avvenuta.
L'ultimo strato verrà lavorato a frattazzo (di spugna o di legno secondo la finitura desiderata) prima
della completa asciugatura.

Intonachino rustico

La finitura ad intonachino rustica, si otterrà mediante l'uso di un impasto con inerti di granulometria
compresa tra i 0,6-1,2 mm (ad es. 0,6-0,8 mm per un 15%, di 8-10 mm per un 30% e di 1,00-1,20
mm per il restante 55%); l'effetto finale sarà in grado di mascherare eventuali fessurazioni presenti
nell'intonaco oltre a respingere l'assorbimento dell'acqua proteggendo così la parete. La messa in
opera dell'impasto potrà essere realizzata, se non diversamente specificato da progetto, anche in un
solo strato da frattazzare prima del completo essiccamento, mediante spatola di plastica o con
frattazzo di spugna.

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).

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.

Integrazioni cornici

L'intervento tenderà a ricostruire elementi architettonici con presenza di modanature allorché la
147
loro condizione estremamente degradata non permetta il recupero mediante semplice integrazionestuccatura.
Operazioni preliminari
La procedura operativa prevedrà, previa accurata asportazione sia di materiale incoerente (polveri e
detriti) sia d'eventuali materiali d'alterazione (croste nere, pellicole, efflorescenze saline ecc.)

un’eventuale regolarizzazione dei bordi della lacuna e l’asportazione, con l’ausilio di mazzetta e
scalpello, delle parti disancorate o fortemente degradate al fine di produrre una superficie scabra
che faciliti il successivo ancoraggio dei materiali aggiuntivi. Nel caso di cornici o modanature 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 boiacca passivante
anticarbonatante, reoplastica-pennellabile realizzando uno strato continuo di almeno 1 mm
(caratteristiche minime: adesione all’armatura > 2,5 N/mm2, pH > 12, tempo di lavorabilità a 20°C
e 50% U.R. circa 40-60 min., temperatura limite di applicazione tra +5°C e +35°C).
Armatura di sostegno
Ove richiesto da specifiche di progetto o indicazioni della D.L., 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 f 4 mm) a testa larga o perni costituiti da barrette filettate in acciaio
inossidabile, preferibilmente di tipo austenitico, della serie AISI 300L (314 o 316) che presenterà
anche buone doti di piegabilità (f variabile dai 3 ai 6 mm) inseriti in perfori (con diametro e
lunghezza leggermente superiori), e successivamente sigillati. La disposizione dei perni sarà, di
norma, eseguita a distanza regolare (così da poter sostenere eventuali elementi in laterizio
costituenti il corpo della cornice) in ragione al tipo di volume da ricostruire, in alternativa si potrà
adottare una disposizione a quinconce, in tal modo si favorirà, l’eventuale, messa in opera di un
reticolo di sostegno costituito unendo gli elementi con filo di ferro zincato ovvero d’ottone. Dietro
specifica indicazione della D.L. si potranno installare perni con l’estremità libera piegata ad uncino
o con altra sagoma specifica. In ogni caso le barrette dovranno avere una luce libera pari ad un sotto
livello di 1 o 2 cm rispetto alla superficie finale.
In presenza di volumi di notevole aggetto si potrà ricorrere ad armature “multiple” ovverosia 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 dalla D.L., si
utilizzeranno elementi in laterizio (mattoni, tavelline, tozzetti ecc.) allettati con malta di calce
idraulica; questi elementi dovranno preventivamente essere saturati d’acqua così da evitare,
eventuali, sottrazioni di liquido all’impasto. L’esecuzione di supporti in laterizio sarà da adottare
specialmente in presenza di cornici con base geometrica, all’intonaco sarà, in seguito, demandato il
compito di raccordare le volumetrie di base e di creare le eventuali varianti. In alternativa si
potranno utilizzare anche altre tecniche d’armatura come quella di predisporre un supporto
costituito da listelli e tavolette di legno (di spessore sottile ad es. 5x25 mm) ben stagionato con
funzione di centina di sostegno. Con questa seconda tecnica si potranno ottenere grandi cornicioni
leggeri, economici e di facile quanto rapida esecuzione.
Malta da ripristino
L’integrazione potrà essere seguita con un impasto a base di calce idraulica, grassello di calce o, nel
caso di elementi interni, di gesso, con, l’eventuale aggiunta, di resine acriliche (al fine di migliorare
l’adesività della malta) e cariche di inerti selezionati di granulometria compatibile con il materiale
da integrare (ad es. 1 parte grassello di calce, 3 parti calce idraulica naturale NHL 2, 10 parti di
sabbia lavata e vagliata, 0,4 parti resina acrilica in emulsione; rapporto legante-inerte 1:2,5). In
alternativa a questo tipo di malta si potrà utilizzare un impasto a base di polimeri sintetici,
preferibilmente acrilici (buone caratteristiche agli agenti atmosferici, incolori e trasparenti anche in
massa e scarsa tendenza all’ingiallimento) caricati con detriti e/o polveri della pietra dell’elemento
originario (rapporto legante-inerte 1:2). Entrambi le tipologie d’impasto potranno essere additivate
con pigmenti minerali al fine di avvicinarsi maggiormente come grana e colore al materiale
originario (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 coccio pesto con granulometria media
(1,5-5 mm) (ad es. 3 parti di grassello di calce, 1 parte di calce idraulica naturale NHL 2, 8 parti di
sabbia lavata e vagliata, 4 parti di coccio pesto; rapporto legante-inerte 1:3). Questo impasto
permetterà di applicare strati spessi (massimo 30-40 mm) contenendo la manifestazione di
fessurazioni (fermo restando la bagnatura diretta o indiretta, servendosi di teli umidi, delle superfici
per più volte al giorno per la durata di una settimana).
Modellazione con modine
Al fine di ricostruire le modanature delle cornici sarà necessario preparare 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.
Modellazione con strumenti da muratore

In alternativa alla modine, per cornici realizzate in cotto, si potrà sagomare la sezione anche con
l'ausilio della sola cazzuola: si stuccheranno da prima i giunti portandoli alla quota con la superficie
del laterizio, in seguito si stenderà a finitura un sottile strato d'intonaco. La lavorazione con la
cazzuola seppure più lenta presenterà il vantaggio di poter operare anche in situazioni particolari
come, ad esempio, quando il fondo in muratura risulterà talmente irregolare o compromesso tanto
da essere impossibile impiegare sagome righe, bacchette o frattazzi. Questi ultimi strumenti si
rileveranno molto utili allorché si intervenga su una cornice con parziali lacune e si riesca a
modanare la superficie utilizzando le tracce rimaste.
Specifiche: al fine di riportare esattamente il disegno della modanatura sulla sagoma sarà necessario
eseguire un calco in gesso o in resina sintetica il cui negativo verrà tagliato lungo una sezione
trasversale e utilizzato per riprodurre l'esatto profilo.

Integrazioni 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 all'articolo sul ripristino di cornici ad eccezione di qualche
precisazione dovuta alla natura stessa degli elementi oggetto di intervento. La malta da ripristino
sarà, prevalentemente, (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 sorti di vere e proprie armature di sostegno costituite da reti di acciaio inossidabile a
maglia stretta o in polipropilene. Nel caso di ricostruzione totale di bozza con aggetto 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.

Integrazioni, ripristino pavimentazioni

L'intervento di ripristino delle pavimentazioni dovrà, necessariamente, essere preceduto
dall'analisi, non invasive, dei fenomeni che hanno provocato patologie di degrado dei materiali
149
oggetto di intervento; pertanto prima di intervenire con i diversi sistemi di stuccatura o protezione
sarà appropriato procedere asportando l'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 al tipo di
pavimento, al suo stato di conservazione, alla natura delle sostanze degradanti ed ai 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, preferibilmente, 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 al 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 all'articolo specifico) con spazzole di saggina, scopinetti, piccole
spatole, tamponi imbevuti di sostanze detergenti o altra tecnica ritenuta idonea dalla D.L.; 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 necessario 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 3 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 dal 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 boiacca utilizzata per la stuccatura delle fughe sarà composta seguendo le
disposizioni di progetto o indicazioni della D.L., 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.
150
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 similari 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 dalla
D.L. all'atto dell'esecuzione, nei seguenti modi:
– a grana grossa: (spuntato grosso, medio o fine secondo il tipo di subbia utilizzata) si intenderà
quella lavorata semplicemente "alla punta" ottenuta mediante mazzetta e scalpello a punta detto
Subbia o punta, questo tipo di lavorazione sarà, generalmente, eseguita a mano (su spessori di
almeno 4 cm) pertanto si rileverà un'operazione onerosa ma di particolare effetto accentuato 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 ricorrerà all'utilizzo degli stessi strumenti ma di tipo
pneumatico (ad es. microscalpelli elettrici), in alternativa per la lavorazione su vaste aree si potrà
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 consterà 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 porli in
opera dopo aver eseguito alcune passate di arrotatura così da aver costituito un perfetto piano di
posa.
151
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 di 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 crete dalla
lucidatura.

Integrazioni, ripristino pavimentazioni in battuto

La procedura volta ad integrare le lacune o ripristinare porzioni degradate più o meno estese
richiederà tecniche e metodologie molto simili a quelle utilizzate per la messa in opera di una

pavimentazione ex novo. In ogni caso per tutte le tipologie di pavimento incluse in questa categoria
sarà necessario effettuare delle operazioni preliminari ovverosia:
– individuazione ed analisi (qualità e percentuale) dei granuli e degli eventuali pigmenti presenti
nel pavimento originale, così da avere una mistura dei diversi aggregati del tutto simile a quella
originale;
– eventuale taglio dei bordi della lacuna o della zona degradata, con l'ausilio di martello da taglio;
– pulitura accurata dei detriti di demolizione e delle polveri (si veda la procedura specifica sulla
demolizione di pavimenti) e successiva stuccatura dei bordi del taglio, con malta di calce, al fine di
evitare sgretolature.

Battuti alla veneziana

Con il termine battuto saranno raggruppate due tipologie leggermente differenti di pavimentazioni:
il terrazzo a base d'impasti di calce e graniglie di marmo e il cosiddetto pastellone caratterizzato,
oltre che all'uso di calce, da cariche d'aggregato a base di pezzame (con granulometrie variabili) di
coccio pesto e di rottami di pietra.
La procedura del terrazzo alla veneziana prevedrà la preparazione, sul piano di posa, di un
sottofondo magro (rapporto legante-inerte 1:4) composto ad esempio da 1 parte di calce spenta 2
parti di calce idraulica naturale NHL 5, 9 parti di rottami di laterizi scelti e 3 parti di pietrisco
(granulometria 8-12 mm). La stesura del sottofondo (per uno spessore di circa 10-20 cm) avrà inizio
con la formazioni di guide lungo i muri perimetrali o i bordi dei grandi rappezzi; dopo la stesura con
cazzuola questo dovrà essere ben battuto (mediante mazzapicchio, battipalo o pestello meccanico) e
rullato (mediante rulli cilindrici del peso di almeno 80-100 Kg); sia la battitura che la rullatura
dovranno essere eseguite secondo direzioni incrociate al fine di omogeneizzare la superficie e in
modo da poter controllare l'azione di costipatura (la verifica dello spessore e della planarità sarà
eseguita mediante l'utilizzo di stadie e livelle appoggiate sulle guide perimetrali). Queste operazioni
andranno ripetute più volte fino a quando l'acqua dell'impasto avrà cessato di spurgare. Al di sopra
di questo strato verrà steso un coprifondo (coperta) dello spessore di 2-4 cm composto da un
impasto di grassello di calce, polvere grossa di laterizi (granulometria 1,2-3 mm) ed, eventualmente,
una minima quantità di sabbia grossa lavata solo per dare struttura (rapporto legante-inerte 1:3). La
stesura della coperta avverrà mediante l'ausilio di staggia e livella accertandosi che lo spessore sia
uniforme e non si verifichino infossamenti o pendenze non desiderate, dovrà coprire i tasti di presa
ed essere ad una quota sopra il livello finito così da compensare l'abbassamento dovuto alla
battitura e rullatura successiva; all'interno di questo strato e solo dietro specifica indicazione di
progetto potrà essere inserita in fase di stesura una rete zincata a maglie strette (massimo 20x20
mm) posizionata secondo parere della D.L., comunque di norma a mezza quota su tasti di presa a
circa 1-2 cm.
Lo strato di stabilitura, destinato a ricevere la semina della graniglia di marmo, avrà lo spessore di
1-1,5 cm, sarà costituito da un impasto grasso e plastico a base di calce spenta e polveri di marmo
(fine e grossa) in rapporto di 1:1. Sulla stabilitura si eseguirà, a mano, la semina della graniglia
partendo dalle scaglie più grosse fino ad arrivare a quelle più minute seguendo le indicazioni di
progetto e soprattutto la granulometria della pavimentazione originale (la granulometria della
graniglia sarà variabile da 5 a 40 mm in ragione al tipo di pavimento su cui sarà eseguito
l'intervento di ripristino, se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto si potrà
utilizzare 2 parti di graniglia 20-25 mm e 1,5 parte di graniglia 4-7 mm). Alla semina dovranno
seguire la rullatura e la battitura con mazzapicchio e staffa o "ferro da battere" (sorta di grande
cazzuola di ferro, del peso di circa 5 kg, costituita da un lungo manico collegato ad una specie di
spatola pesante lunga circa 80 cm) al fine di far penetrare le scaglie nella malta, ovverosia per far
compattare l'impasto malta-granulato e per livellare la superficie del battuto. A stagionatura avviata
ma non ancora terminata il pavimento dovrà essere levigato a mano in più riprese (orsatura), fino ad

ottenere il livello voluto; ultimata questa operazione il pavimento dovrà essere lasciato stagionare
per almeno 30-40 giorni. A stagionatura avvenuta si potrà stuccare il pavimento con lo scopo di
eliminare le piccole cavità o le imperfezioni del getto; la stuccatura potrà essere eseguita con una
miscela di calcio idrato e olio di lino cotto, con eventuali aggiunte di pigmenti colorati (massimo 5-
10 %); passata una settimana si potrà operare l'ultima levigatura ed il trattamento finale di
lucidatura, se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto potrà essere eseguito con più
passate di olio di lino crudo diluito al 95%, 85%, 70% con solvente tipo essenza di trementina fino
ad impregnare il pavimento in profondità. Quando l'olio sarà bene assorbito si potrà passare allo
strato di protezione mediante trattamento con cera naturale o sintetica mediante stracci di juta.
Il pastellone avrà in comune con il terrazzo solo il sottofondo, la sottile coperta dello spessore di
circa 1-2 cm sarà costituita da un impasto composto da 1 parte di grassello di calce, 2,5 parti di
polvere grossa di coccio, 0,5 parti di pietra (rapporto legante–inerte 1:3) che dovrà essere
adeguatamente battuto e stagionato. La stesura finale, eseguita con spatola e lavorata con
cazzuolino, sarà costituita da una pasta composta da calce e coccio pesto vagliato e lavato (al fine di
eliminare la polvere impalpabile e la pezzatura troppo grossa) in rapporto di 1:1, per le prime due
mani e da polvere di coccio pesto fine (granulometria 0-1,2 mm) e terre coloranti (rosso cinabro,
terra vermiglia, terra di Siena, terre d'ombra ecc.) per la terza ed ultima mano. Il trattamento finale
prevedrà la levigatura con carta abrasiva a grana fine e la lucidatura ad olio di lino eseguita con
stracci di juta.
Specifiche: in entrambi i casi sarà sconsigliato l'uso di levigatrice meccanica in quanto questa, oltre
a far perdere la compattezza e il naturale colore al terrazzo o al pastellone, sovente danneggia
irrimediabilmente il vecchio legante che sotto l'azione della macchina si debilita e si sgretola;
pertanto l'uso di macchinari per le operazioni di arrotatura, levigatura e lucidatura saranno ammessi
solo dietro specifiche indicazioni di progetto e comunque consigliate solo nei casi di rifacimenti ex
novo di tutta la superficie pavimentata.
Il battuto di terrazzo potrà anche essere costituito da un sottofondo composto da un impasto quasi
asciutto di cemento e rottami vagliati di cotto (rapporto legante-inerte 1:4), talvolta gli aggregati
sono composti da argilla espansa o vermiculite al fine di ottenere un cls leggero in ragione di 200 kg
di cemento per metro cubo di impasto. Il coprifondo (coperta), dello spessore di 2-4 cm, sarà
composto di polvere grossa di mattone e cemento, in ragione di 300 kg per metro cubo di polvere,
mentre la stabilitura (di almeno 1-1,5 cm di spessore) sarà eseguita con impasto secco di cemento e
graniglia di marmo sottile in ragione volumetrica di due parti di graniglia e tre parti di cemento, con

l'eventuale aggiunta di terre colorate. Seguiranno le operazioni di semina della graniglia (con
granulometria richiesta dagli elaborati di progetto) e la bagnatura al fine di ottenere una malta
plastica che consenta, con l'aiuto del rullo, la penetrazione e l'inglobamento delle scaglie lapidee.
La rullatura e la battitura verranno seguite contemporaneamente alla bagnatura con lo scopo di
amalgamare il granulato nella malta cementizia e di livellare il piano finito. La levigatura finale sarà
eseguita a macchina impiegando abrasivi progressivamente a grana grossa, medi, fini e finissimi.

Battuti di graniglia

Previa esecuzione delle operazioni preliminari si procederà a stendere sul piano di posa (costituito
da un massetto a base di calce idraulica e sabbione, rapporto legante-inerte 1:4) uno strato di
conglomerato di calce idraulica naturale NHL 5 avente lo spessore di circa 3 cm (o quanto sarà
necessario al fine di arrivare ad un sottolivello del piano finito di circa 2,5-3 cm) successivamente
costipato mediante battitura con mazzeranghe. Sul conglomerato ancora umido, dovrà essere disteso
uno strato di malta grassa di calce idraulica naturale NHL 5 o cemento bianco con graniglia di
marmo di granulometria e tipo selezionata come da progetto (in ogni caso dovrà corrispondere al
pavimento originale ed essere priva di impurità) per uno spessore di circa 2 cm ed un ulteriore strato
di cemento bianco misto a microgranuglia selezionata, lavata e depolverizzata, polvere di marmo,
dello spessore di 5 mm, lisciato e mantenuto umido per i primi 7 giorni. Il trattamento finale
prevedrà arrotatura, levigatura e lucidatura a piombo.

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 cuci"), che in ogni caso porranno problemi di connessione con le porzioni
preesistenti.
In linea di massima la procedura si identificherà come un vero e proprio intervento costruttivo che,
confrontandosi con il manufatto preesistente dovrà valutare di volta in volta le relazioni tra le parti
153
ovvero, la messa in opera di elementi analoghi o meno per forma, dimensione, tecnica di
lavorazione e posa in opera rispetto a quelli "originali" (o meglio preesistenti). Tutto questo non
dipenderà esclusivamente da ragioni di tipo tecnico-costruttivo ma piuttosto, da precisi intenti
progettuali primo dei quali il rispetto o meno verso l'autenticità, la riconoscibilità e la distinguibilità
dell'intervento ex novo.
I fattori che potranno indirizzare le scelte di progetto saranno principalmente i materiali, le forme, le
dimensioni e le lavorazioni degli elementi scelti per l'integrazione, i tipi di apparecchiatura e le
tipologie di posa in opera; le casistiche possibili saranno svariate, le più ricorrenti possono essere
individuate in:
– integrazione con elementi di materiale, forma, dimensione, tipo di lavorazione uguale a quelli
dell'apparecchio preesistente e con lo stesso tipo di apparecchiatura (integrazione mimetica);
– integrazione con elementi di materiale, forma, dimensione, tipo di lavorazione uguale a quelli
dell'apparecchio preesistente ma apparecchiati in modo differente rispetto a quelli dei tratti
limitrofi;
– integrazione con elementi di materiale uguale a quelli dell'apparecchio preesistente ma con
forma, dimensione, tipo di lavorazione differente rispetto a quelli dei tratti limitrofi e posti in opera
con apparecchiature analoghe o differenti rispetto a quelle delle porzioni confinanti;
– integrazione con elementi di materiale, forma, dimensione uguali a quelli dell'apparecchio
preesistente, ma diversi per il tipo di lavorazione e posti in opera con apparecchiature analoghe o
differenti rispetto a quelle dei tratti limitrofi;
– integrazione con elementi di forma, dimensione, tipo di lavorazione uguale a quelli
dell'apparecchio preesistente ma di materiale diverso (di norma più resistente o di colore differente)
posti in opera con apparecchiature analoghe o differenti rispetto a quelle dei tratti limitrofi;
– integrazione eseguita con elementi di dimensione uguale a quelli dell'apparecchio preesistente
ma di materiale diverso e di forma opposta a quella preesistente.
In linea generale la procedura 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 dalla D.L., 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 dalla D.L. 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 la D.L.
Previa messa in sicurezza della struttura con idonee opere provvisionali, 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 agli 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 (ad es. nel caso di integrazione di apparecchio in opus reticulatum
con un altrettanto opus reticulatum ma convesso e realizzato in malta). Per agevolare l'operazione

di “presentazione” del primo caso si potrà far uso di zeppe o liste di legno per appoggiare
provvisoriamente gli elementi nelle loro sede.
Nel caso di integrazioni murarie con nuovi elementi lapidei la messa in opera degli stessi avverrà
previo preparazione dei letti con malta di calce preferibilmente simile per composizione a quella
154
presente in situ, eventualmente additivata per migliorarne l’aderenza o diminuirne il ritiro. Dietro
specifica indicazione della D.L. 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.

Rincocciature 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
similari, per natura e dimensioni, a quelli originali), se invece si tratterà di colmare un vuoto si
potranno utilizzare materiali come: frammenti di mattone, scaglie di pietra 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 provvisionali 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) avendo 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 di 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 presenti negli articoli inerenti le puliture 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 similare 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 coccio
pesto, 5 parti di sabbia vagliata). Dopo la messa in opera del materiale di risarcitura, nel caso di un
paramento a faccia vista, si dovrà eseguire la finitura e la 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.
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.

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) similari 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 sbozzatura 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
155
NHL 5 additivata con emulsioni acriliche (per migliorare l’adesività) caricata con carbonato di
calcio od altro aggregato di granulometria fine (ad es. coccio pesto, 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 (f
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 tixotropicità
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.

OPERAZIONI DI CONSOLIDAMENTO DI 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.

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 pre-intervento
eseguite sotto il controllo della D.L.; ogni campione dovrà, necessariamente, essere catalogato ed
etichettato; su tale etichetta dovranno essere riportati la data di esecuzione, il tipo di prodotto e/o le
percentuali dell’impasto utilizzato, gli eventuali solventi e di conseguenza il tipo di diluizione (se si
tratterà di emulsioni ovverosia 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.
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 od 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 stacco
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
156
meglio 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 del o 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 una emulsione acrilica 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 f 4 mm),
in titanio o, se l’incollaggio interesserà parti non sottoposte a particolari sollecitazioni meccaniche,
barre in vetroresina. La procedura operativa seguirà quella descritta all’articolo sulle stuccature
d’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 copolimero vinildene fluoro-esafluoropropene 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. Il prodotto sarà
completamente reversibile tramite acetone.

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
(sovente sviluppata 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 al consolidante indicato dagli elaborati di progetto
(silicato di etile, resine acriliche in dispersione o in soluzione, resine acril siliconiche ecc.) in ogni
157
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. La quantità di prodotto da applicare per metro quadrato di superficie sarà in
stretta dipendenza dai seguenti parametri del supporto: natura e capacità assorbente, grado di
porosità, profondità di imbibizione se trattasi di pietre, grado di decoesione causata da patologie.
Qualsiasi trattamento consolidante prescelto dovrà essere applicato su superficie perfettamente
asciutta, 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 per 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, dalla 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 delle discontinuità presenti nel manufatto così da migliore la penetrazione e la distribuzione
interna del consolidante.
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.
Tra le resine acriliche da utilizzare in soluzione, se non diversamente specificato da indicazioni di
progetto, si può ricorrere ad una resina acrilica solida a base di Etil-metacrilato/metil-acrilato fornita
in scaglie diluibile in vari solventi organici tra i quali i più usati sono diluente nitro, acetone,
clorotene; questa resina grazie all'eccellente flessibilità, trasparenza, ottima resistenza all'acqua,
agli acidi, agli alcali, agli oli minerali, vegetali e grezzi, alle emanazioni dei prodotti chimici ed al
fuoco può essere impiegata per il consolidamento di manufatti in pietra, intonaco, legno, ceramica
ecc. In linea generale la preparazione della soluzione dovrà seguire i seguenti passaggi: unire per
ogni litro di solvente scelto dalla D.L. a seconda del tipo di intervento, da 20 fino a 300 g di resina
solida, in un contenitore resistente ai solventi. Il solvente dovrà essere messo per primo nel
recipiente di diluizione e mentre verrà tenuto in agitazione, si inserirà gradualmente la resina fino a
perfetta soluzione. Sarà consigliabile tenere in agitazione la miscela ed operare ad una temperatura
di oltre 15°C così da evitare che i tempi di dissoluzione siano troppo lunghi. Dovranno, inoltre,
essere evitate le soluzioni superiori al 30% perché troppo vischiose. Se richiesta dagli elaborati di
progetto potranno essere aggiunti nella soluzione quali agenti opacizzanti: cera microcristallina
(fino al 47% del solido totale) o silice micronizzata (fino al 18% del solido totale).

Consolidamento mediante impregnazione a pennello, tampone o rullo

Di norma la tecnica più usuale per eseguire il consolidamento per impregnazione; 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" d'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

158

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 la mancanza di reazioni secondarie e buona penetrazione del prodotto. La nebulizzazione consolidante (f 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'impregnazioni di particolari inerenti a 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 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 (riaggregazione) 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 bassa viscosità, 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 campioni.

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 m2: 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.

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 diluente nitro. Solitamente sarà sufficiente un solo ciclo di applicazione, ma
se sarà necessario e solo dietro specifica autorizzazione della D.L., sarà possibile ripetere il
trattamento dopo due o tre 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, i tufi, le trachiti, ma anche
su altri materiali artificiali quali i mattoni in laterizio, le terracotte, gli intonaci, gli stucchi, risultati
positivi potranno essere ottenuti anche su materiali calcarei (ad es. pietra leccese, pietra di Vicenza
ecc.).
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 fa 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 rileverà 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°C) o troppo bassa (< 10°C), con U.R. non > 70% o se il manufatto
trattato risulti esposto a pioggia nelle quattro settimane successive al trattamento; pertanto in caso di
intervento su superficie esterne, si renderà necessaria la messa in opera di appropriate barriere
protettive.

160

Sigillatura materiali lapidei (mediante resine sintetiche)

La procedura prevedrà 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 coccio pesto 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 spatole o con iniettori in ogni caso sotto scrupoloso controllo dal
momento che presenta, generalmente, un limitato tempo pot-life. Nel caso in cui si prevedrà,
invece, l'utilizzo di composti a base di resina acrilica, se non diversamente specificato dagli
elaborati di progetto, si utilizzerà lattice acrilico (emulsione acrilica) aggiungendo al lattice non
diluito una quantità adeguata di carbonato di calcio sino a rendere la maltina estruibile.
La procedura prevedrà, 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 (ovvero mediante iniezione sotto leggera pressione 0,1-0,5 atm,
quando le fessure da riempire si presenteranno sottili o verticali, o mediante colata, quando le
fessure saranno sufficientemente grandi ed orizzontali) 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 frammenti destinate 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 nel caso di 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 all'articolo sulle stuccature di
materiali lapidei.
In alternativa si potranno effettuare delle stuccature invisibili utilizzando idoneo stucco costituito da
copolimeri fluorurati e polvere della stessa pietra utili anche a coprire micro lesioni o fori di trapani
(per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto all'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 ± 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.

Consolidamento in profondità mediante iniezioni con miscele leganti

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

161

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 coccio pesto superventilato e
lavato (rapporto 1:1) con l'aggiunta di una minima parte di resina acrilica in emulsione al 10% in
acqua (con funzione di fluidificante). In alternativa si potrà ricorrere ad una miscela formata da 1
parte di grassello di calce (sostituibile parzialmente o totalmente con calce idraulica naturale NHL
2) e 1 parte di carbonato di calcio (granulometria 0,02-0,06 mm), la miscela sarà diluita con
percentuali del 5-10% di resina acrilica (con funzione di colloide protettore ovverosia tenderà a
trattenere l'acqua così da non far "bruciare" prematuramente la miscela iniettata) ed eventualmente
additivata con gluconato di sodio (con funzione di fluidificante), nei casi di distacchi consistenti,
con 1 parte di coccio pesto vagliato e lavato o in alternativa pozzolana (granulometria massima 0,5
mm).
Per distacchi di lieve entità, fra strato e strato, con soluzioni di continuità dell'ordine di 0,5 mm,
non essendo possibile iniettare miscele idrauliche si rileverà utile una micro-iniezione di 1 parte di
resina acrilica in emulsione acquosa in concentrazione variabile (comunque comprese 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 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 per 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 fuoriuscirà dai fori limitrofi, verso quelli situati
in alto (questo per evitare sia che squilibri di peso possano alterare l'eventuale precario equilibrio
della struttura sia per favorire la distribuzione uniforme del consolidante); nel caso in cui la miscela
non dovesse penetrare in profondità si passerà al foro successivo. Ad infiltrazione del formulato
avvenuta, passati circa 30-35 minuti, si procederà con il consolidamento di un'altra area di distacco.

162

Le iniezioni verranno eseguite, o tramite la punta dell'ago metallico (fori ed aree di modeste
dimensioni od in presenza di intonaci particolarmente degradati), o direttamente dal beccuccio della

siringa nel foro di accesso attraverso una cannula precedentemente posizionata (in caso di sacche di
maggior dimensione ed estensione), controllando e graduando la compressione dello stantuffo. Le
miscele dovranno essere iniettate a bassa pressione poiché le tensioni prodotte dal fluido sotto
pressione, alterando l'equilibrio del manufatto, potrebbero causare pericolosi fenomeni di precarietà
statica. Nel corso dell'operazione occorrerà stare attenti che il 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 rilevarsi utile una
compressione della superficie in questione tramite una pressione regolare ed uniforme, sia durante il
periodo di iniezione del consolidante, sia durante la presa; tale pressione potrà essere eseguita, a
seconda dei casi, per mezzo di mani, molle, martinetti a vite montati sull'impalcatura, tavolette di
legno rivestite di feltro o carta per un durata variabile di qualche decina di minuti a 12-14 ore in
ragione del tipo e della quantità di prodotto immesso.
Previo indurimento del consolidante (minimo 7 giorni) si rimuoveranno manualmente le stuccature
provvisorie e le eventuali, cannule in gomma e si sigilleranno i fori con stucco costituito da
grassello di calce e polveri di marmo (per maggiori dettagli sulla stuccatura si rimanda alla
procedura specifica). Il collaudo si effettuerà mediante le stesse tecniche non distruttive utilizzate
per individuare le zone di intervento.
Specifiche sui materiali: l'iniezione della sola emulsione acrilica dovrà essere evitata (se non dietro
specifica indicazione di progetto) in quanto potrebbe dar vita ad un corpo di plastica che
riempirebbe la sacca ma non farebbe riaderire le facce distaccate.
Anche l'iniezione di calci idrauliche naturali potrà avere degli inconvenienti in quanto il calcio
idrato potrebbe non carbonatare all'interno della muratura, e migrare dentro di essa (a causa della
sua parziale solubilità in acqua) provocando efflorescenze di calcio carbonato in superficie o, in
presenza di solfati e alluminati potrebbe reagire dando vita a subflorescenze quali thaumasite o
ettringite.

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.

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 della D.L. 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 (se si tratterà di emulsioni ovverosia miscele di due liquidi rapporto volume/volume) o di
concentrazione (se si tratterà di soluzioni cioè scioglimento di un solido in un liquido rapporto
peso/volume) utilizzati, le modalità ed i tempi di applicazione.
La durata e l'inalterabilità del prodotto dipenderanno, principalmente, dalla stabilità chimica e dal
comportamento in rapporto alle condizioni igrotermiche e all'azione dei raggi ultravioletti.
L'alterazione dei composti, oltre ad essere determinante sulle prestazioni, potrà portare alla
composizione di sostanze secondarie, dannose o insolubili, che invalideranno la reversibilità del
prodotto.

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

potranno essere 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 di bagnato (per maggiori dettagli sulle tecniche d'applicazione si
rimanda a quanto esplicato all'articolo sul consolidamento per impregnazione).
Il trattamento protettivo da eseguire su superfici minerali assorbenti verticali dovrà, se non
diversamente specificato dalla D.L., essere eseguito su supporti perfettamente puliti, asciutti, privi
d'umidità, esenti da sali solubili, alghe, funghi ed altri biodeteriogeni. Le eventuali soluzioni di
continuità (ovvero fessure superiori di 0,3 mm) dovranno essere adeguatamente stuccate (si veda gli
articoli specifici), inoltre il trattamento dovrà essere eseguito 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 d'effetti collaterali e la formazione di sottoprodotti
di reazione dannosi (produzione di sali); perfetta trasparenza ed inalterabilità dei colori;
traspirazione tale da non ridurre, nel materiale trattato, la preesistente permeabilità ai vapori oltre il
valore limite del 10%; atossicità.
Sarà sempre opportuno, a trattamento avvenuto, provvedere ad un controllo (cadenzato nel tempo)
mirato a controllare 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), dell'alcalinità del corpo poroso, dalla velocità e catalisi
della reazione di condensazione (prodotti fortemente catalizzati possono reagire in superficie senza
penetrare nel supporto).
I protettivi più efficaci per materiali lapidei (naturali ed artificiali tipo intonaci e cotti)
apparterranno fondamentalmente alla classe dei composti organici 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 NorMaL vigenti.
Specifiche sui materiali: si rimanda al capo III del presente capitolato.

Coperture provvisionali - 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 particellato atmosferico.
Nella scelta della tipologia di copertura da adottare dovrà essere tenuto 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 provvisionali comprenderanno: teli e strutture in elevazione.
I teli, in polietilene o in nylon, sono facili da applicare offrendo la possibilità di adattarsi a diverse
situazioni; risultano essere impermeabili all'acqua e all'aria 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. L'uso di
teli per proteggere aree direttamente esposte all'irraggiamento solare è sconsigliato; sarà
conveniente, inoltre, apporre i teli 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 eventuali attacchi biologici.
In alternativa ai teli in polietilene potranno essere usati teli in tessuto (ottenuti dall'intreccio di
fibre); si tratta di materiale traspirante che se messo in opera in tensione risulterà capace di
proteggere il sito dalla pioggia inoltre, se di colore scuro potrà assolvere la funzione di oscurante.
Particolare attenzione dovrà essere fatta nei punti di giunzione tra il telo e la struttura portante
poiché, in caso di forti precipitazioni, potrebbero perdere la caratteristica di impermeabilità.
Le protezioni in elevazione saranno, in linea di massima, caratterizzate da una struttura portante che
sostiene una copertura (tettoia). La struttura di copertura, indipendentemente dalla tipologia
prescelta (a capanna, a tetto piano, a volta 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) 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. Nel caso di siti ancora aperti sarà necessario che la tettoia
sia abbastanza ampia in modo da garantire l'eventuale sviluppo dello scavo. Dovranno, inoltre,
assicurare stabilità tanto da sopportare le sollecitazioni anche di forti venti ma allo stesso tempo,
dovranno denunciare un numero limitato di sostegni così da evitare di interferire con le diverse
unità stratigrafiche, pertanto sarà consigliabile cercare di sfruttare le eventuali mancanze per
collocare le basi dei piedritti. La trasparenza della copertura dovrà essere tale da agevolare le
operazioni di scavo evitando però di implicare la crescita di vegetazione (macro e microflore) nel
sito (non dovranno per questo essere eccessivamente trasparenti).
Le coperture in elevazioni se non diversamente specificato, potranno essere realizzate con una
struttura portante metallica zincata (ad es.,sistema dei tubi innocenti) ed orizzontamenti in materiale
sintetico (polietilene, nylon ecc.) o metallico (lamiera grecata o microdogata) anch'esso zincato o
quantomeno trattato con prodotto anti-corrosivo. Queste coperture, di facile impiego e di rapida
messa in opera, offrono la possibilità di adattarsi alle diverse esigenze di scavo. Fattore prioritario a
cui si lega l'effettiva efficienza sarà la corretta progettazione, per questo dovranno essere valutate
attentamente le pendenze delle tettoie, gli scarichi delle acque piovane e calcolato i carichi a cui
potranno essere sottoposte (soprattutto in relazione alle condizione climatiche del luogo).

OPERAZIONI DI 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
165
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

Previa 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, 2 parti di grassello di calce, 12 parti di
sabbia lavata e vagliata oppure, in alternativa, 0,5 di calce idraulica, 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 grana fine). Le
crettature da ritiro potranno essere ovviate 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 delle 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 crettature 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, 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, 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, 3 parti di grassello di calce, 2 parti
di coccio pesto, 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 procedure consiste nel posizionamento
166
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.

OPERAZIONI DI PROTEZIONE DI MATERIALI METALLICI

Generalità

I manufatti metallici dovranno essere accuratamente verniciati in tutte le loro parti sia in vista che in
grossezza; pertanto il collocamento in opera dei manufatti stessi, se non altrimenti disposto, non
dovrà essere effettuato prima che sia stato eseguito l'intero ciclo di verniciatura previsto.
L'ultima mano di finitura, se così disporrà la D.L., dovrà essere applicata sul manufatto in opera.

Preparazione delle superfici

Pulizia manuale
La pulizia manuale dovrà essere effettuata con raschietti, spazzole metalliche od altri simili attrezzi;
dovrà essere eseguita con ogni scrupolo ed essere accuratamente controllata per accertare che la
pulizia sia completa e che risultino asportate la ruggine, la calamina in fase di distacco, i residui vari
ed in genere ogni corpo estraneo. Particolare attenzione dovrà essere posta in corrispondenza delle
giunzioni, delle chiodature, degli angoli e delle cavità.
Spazzolatura meccanica
La spazzolatura meccanica dovrà essere effettuata mediante macchine ad alta velocità, munite di
spazzole metalliche con filo di acciaio da 0,5 mm.
Il sopporto dovrà presentarsi pulito, privo di scaglie di calamina in fase di distacco, di ruggine e di
ogni altro corpo estraneo.
Smerigliatura meccanica
La smerigliatura meccanica dovrà essere effettuata mediante macchine ad alta velocità dotate di
mole abrasive di grana fina, e successiva passata con spazzola rotante di acciaio.
L'operazione dovrà essere eseguita con ogni scrupolo, così da non solcare il sopporto, e dovrà
essere protratta fino a togliere le scaglie di calamina in fase di distacco, la ruggine ed ogni altro
corpo estraneo, così che il metallo si presenti completamente ed uniformemente lucido. Ultimato il
trattamento di smerigliatura meccanica dovrà essere applicata, al massimo entro 24 ore, la prima
mano di antiruggine al cromato di zinco o al cromato di piombo. Qualora nel suddetto intervallo di
24 ore, per particolari condizioni ambientali, si determinassero sulla superficie smerigliata lievi
strati di ossido, questo dovrà essere eliminato, prima del trattamento antiruggine.
Sabbiatura
La sabbiatura dovrà essere effettuata mediante un getto sulla superficie metallica di aria con sabbia
silicea (non marina) o quarzifera, o con graniglia metallica, alla pressione di 5-8 atmosfere. Le
sabbie o le graniglie dovranno avere granulometria tale che la profondità di attacco risulti di circa
10 micron per la sabbia e 25 micron per le graniglie metalliche.
Prima dell'inizio dei trattamenti protettivi i manufatti dovranno essere ripuliti da eventuali residui
della sabbiatura mediante spazzolatura meccanica. Le superfici così preparate dovranno presentare
interamente ed uniformemente aspetto argenteo, e pertanto essere prive di scaglie di calamina,
ruggine ecc. È vietata la sabbiatura ad umido. Ultimato il trattamento di sabbiatura dovrà essere
applicata immediatamente la prima mano di antiruggine al cromato di zinco o al cromato di piombo.
Qualora, per particolari condizioni ambientali, si determinassero sulla superficie lievi strati di
ossido, questo dovrà essere eliminato prima del trattamento antiruggine.
Sgrassatura
La sgrassatura dovrà sempre completare ogni trattamento di preparazione e sarà eseguita mediante
energico lavaggio con idonei solventi (si veda l'articolo specifico inerente i solventi).
Sverniciatura
La sverniciatura dovrà essere eseguita quando sia necessario eliminare vecchi strati di pitture,

vernici o smalti applicati sopra un sopporto che non sia stato inizialmente preparato in modo
idoneo; altrimenti si dovrà procedere ad una nuova preparazione. Per la sverniciatura dovranno
essere impiegati idonei preparati (esenti da acidi, alcali, acqua) che, ammorbidendo la pellicola, ne
consentano la facile asportazione a grandi lembi e strisce. Gli angoli, gli spigoli, gli incavi ecc.
dovranno essere raschiati e ripuliti con la massima cura. La superficie sverniciata dovrà essere
ripulita da ogni residuo mediante spazzole metalliche e quindi lavata con idonei solventi.

Protezione mediante verniciatura a smalto

Manufatti siderurgici non zincati
I manufatti metallici siderurgici non zincati dovranno essere sottoposti al seguente trattamento:
a) preparazione delle superfici mediante sabbiatura. Solo in casi eccezionali, e dietro specifica
autorizzazione della D. L., la sabbiatura potrà essere sostituita con la smerigliatura meccanica o la
spazzolatura meccanica. La pulizia manuale potrà essere autorizzata per iscritto dal Direttore dei
Lavori solo per preparazione di particolari manufatti e che interessino superfici limitate;
b) spolveratura con spazzole di saggina;
c) sgrassatura come specificato all'articolo 1.1 "preparazione delle superfici";
d) prima mano di antiruggine al cromato di zinco o al cromato di piombo;
e) seconda mano della stessa antiruggine da applicare non prima di 24 ore dalla mano precedente.
La seconda mano dovrà avere una tonalità di colore diversa dalla precedente;
f) due mani di smalto sintetico da applicare non prima di 24 ore dalla seconda mano di antiruggine.
Qualora il colore prescelto sia di tonalità scura, la prima mano dovrà essere di colore visibilmente
più chiaro, mentre se il colore finale dovrà essere chiaro la prima mano dovrà essere di tonalità
visibilmente più scura. Tra la prima e la seconda mano dovrà trascorrere, un intervallo di almeno 24
ore.
Manufatti siderurgici zincati
I manufatti siderurgici zincati dovranno essere sottoposti al seguente trattamento:
a) spolveratura con spazzole di saggina;
b) sgrassatura come specificato all'articolo 1.1 "preparazione delle superfici";
c) e) protezione del sopporto nei punti in cui la zincatura si presenti deteriorata mediante pulizia
delle eventuali ossidazioni o di altri guasti, e applicazione di due mani, intervallate di almeno 24 ore
una dall'altra, di pittura anticorrosiva al cromato di zinco;
d) mano di pittura anticorrosiva al cromato di zinco;
e) due mani di smalto sintetico così come prescritto alla lettera f) dell'articolo 2.1 "manufatti
siderurgici non zincati", da applicare non prima di 36 ore dall'esecuzione della mano di pittura
anticorrosiva al cromato di zinco.

Verniciatura con pitture oleosintetiche

Per la verniciatura di manufatti metallici siderurgici, non zincati o zincati, con pitture oleosintetiche,
nei casi specificatamente previsti, si dovrà procedere così come precisato rispettivamente ai
precedenti articoli 2.1 e 2.2., ad eccezione delle due mani di smalto che saranno sostituite con due
mani di pittura oleosintetica.

- PROCEDURE OPERATIVE DI CONSOLIDAMENTO STRUTTURALE

OPERAZIONI DI CONSOLIDAMENTO APPARECCHI MURARI

Generalità

Le procedure di consolidamento, per quanto possibile, dovranno essere giudicate compatibili dalla D.L. 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 con il fine sia di aumentare le caratteristiche di resistenza dei setti murari, sia di ridurre eventuali tensioni indotte nei materiali da forze esterne.

Dovrà essere, in ogni caso, interessamento della D.L. fornire, a completamento o a miglior spiegazione di quanto prescritto, delle idonee tavole di progetto munite d'ulteriori e/o diverse indicazioni. Il rilievo del quadro fessurativo costituirà il fondamento essenziale per la corretta impostazione delle adeguate operazioni di salvaguardia e di risanamento statico: il rilievo e il controllo delle lesioni dovranno essere eseguiti con appropriati strumenti al fine di verificare con esattezza se il dissesto sarà in progressione accelerata, ritardata o uniforme, oppure se sarà in fase di fermo in una nuova condizione di equilibrio. Nel caso d'avanzamento accelerato del dissesto si potrà rilevare utile un intervento di emergenza attraverso idonei presidi provvisori, in conformità alle disposizioni della D.L. Nel caso, invece, di arresto e di una nuova conformazione di equilibrio sarà doveroso controllare il grado di sicurezza dello stato di fatto, per operare in conformità della

168

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, o quantomeno il più compatibile possibile, con quelle dei materiali in opera.

I lavori di consolidamento delle murature dovranno essere condotti, ove applicabili, nei modi stabiliti dal DM 2 luglio 1981, n. 198, dalle successive Circolare Ministeriale 10 luglio 1981, n. 21745 e 19 luglio 1981, n. 27690, DM 27 luglio 1985, DM 20 novembre 1987, Circolare Ministeriale LLPP 4 gennaio 1989 n.30787, DM 16 gennaio 1996, Circolare Ministeriale LLPP 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG.

Ricucitura delle murature mediante sostituzione parziale del materiale (scuci e cuci)

L'operazione di scuci e cuci consisterà nella risarcitura delle murature per mezzo della parziale sostituzione del materiale; le murature particolarmente degradate, al punto da essere irrecuperabili ed incapaci di assolvere la funzione statica, ovvero meccanica, saranno ripristinate con "nuovi" materiali compatibili per natura e dimensioni. L'intervento potrà limitarsi al solo paramento murario oppure estendersi per tutto il suo spessore. La scelta del materiale di risarcitura dovrà essere fatta con estrema cura, i nuovi elementi dovranno soddisfare diverse esigenze: storiche (se l'intervento sarà operato su strutture monumentali), estetiche e soprattutto tecniche; dovrà essere compatibile con la preesistenza per dimensioni (così da evitare discontinuità della trama muraria e l'insorgenza di scollamenti tra la parte vecchia e quella nuova) e per natura (una diversità di compattezza potrebbe, ad esempio, implicare un diverso grado di assorbimento con conseguente insorgenza di macchie). Laddove le circostanze lo consentiranno, potrà essere conveniente utilizzare materiale recuperato dallo stesso cantiere, (ricavato, ad esempio, da demolizioni o crolli) selezionandolo accuratamente al fine di evitare di riutilizzare elementi danneggiati e/o degradati.

Prima di procedere con l'operazione di scuci e cuci si dovrà realizzare un rilevo accurato della porzione di muratura da sostituire al fine di circoscrivere puntualmente la zona da ripristinare dopodiché, dove si renderà necessario, si procederà alla messa in opera di opportuni puntellamenti così da evitare crolli o deformazioni indesiderate.

La porzione di muratura da sanare verrà divisa in cantieri (dimensionalmente rapportati alla grandezza dell'area interessata dall'intervento di norma non più alti di 1,5 m e larghi 1 m) dopodiché, si procederà (dall'alto verso il basso) alternando le demolizioni e le successive ricostruzioni, in modo da non danneggiare le parti di murature limitrofe che dovranno continuare ad assolvere la funzione statica della struttura. La demolizione potrà essere eseguita ricorrendo a mezzi manuali (martelli, punte e leve) facendo cura di non sollecitare troppo la struttura evitando di provocare ulteriori danni; ad asportazione avvenuta la cavità dovrà essere pulita con l'ausilio di 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 presenti negli articoli inerenti le puliture a base di acqua). La messa in opera del materiale dovrà essere tale da consentire l'inserimento di zeppe in legno, tra la nuova muratura e quella vecchia che la sovrasta, da sostituire, solo a ritiro avvenuto, con mattoni pieni (ovvero con materiale compatibile) e malta fluida. La malta di connessione, se non diversamente indicato dagli elaborati di progetto, potrà essere una malta di calce idraulica naturale NHL 5 (o in alternativa una malta NHL-Z 5) con inerte costituito da sabbia silicea, coccio pesto e pozzolana vagliati e lavati (rapporto legante inerte 1:2 o 1:3). Se espressamente indicato dagli elaborati di progetto, l'intervento di scuci e cuci potrà essere denunciato così da tutelare la stratigrafia stessa dell'edificio, 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.

Specifiche: la tecnica dello scuci e cuci non risulterà particolarmente idonea, nonché di difficile esecuzione, per le murature incoerenti (ad esempio strutture murarie in scaglie di pietra irregolare), murature costituite da elementi di elevate dimensioni e murature a sacco.

Consolidamento mediante iniezioni di miscele leganti

La procedura è indicata, in generale, in presenza di lesioni diffuse e per apparecchi murari in pietra, dove spesso è possibile riscontrare dei vuoti e delle soluzioni di continuità interne presenti fin

169

dall'origine oppure, formatesi a causa di dissesti o fenomeni di alterazione di diversa natura.

L'intervento dovrà prevedere una preventiva attenta analisi della struttura al fine di individuare l'esatta localizzazione delle sue cavità, la natura e la composizione chimico-fisica dei materiali che

la compongono.
Le indagini diagnostiche potranno essere eseguite attraverso tecniche comuni come la percussione
della muratura oppure, ricorrendo a carotaggi con prelievo di materiale, a sondaggi endoscopici o,
in funzione all'importanza del manufatto e solo dietro specifica indicazione, ad indagini di tipo non
distruttivo (termografie, ultrasuoni, radarstratigrafie ecc.). In presenza di murature particolari, con
elevati spessori e di natura incerta, sarà, inoltre, obbligatorio attuare verifiche di consolidamento
utilizzando differenti tipi di miscele su eventuali campioni tipo così da assicurarsi che l'iniezione
riesca a penetrare fino al livello interessato.
In presenza di murature in pietrame incerto potrà risultare più conveniente non rimuovere lo strato
d'intonaco al fine di evitare l'eventuale, eccessivo, trasudamento della miscela legante.
La procedura operativa consterà nell'iniettare una miscela entro fori convenientemente predisposti,
e presenterà due varianti:
– realizzazione di perforazioni regolarmente distribuite sull'apparecchio murario ed estrusione, ad
una pressione variabile, di boiacca idraulica che riempiendo le fratture e gli eventuali vuoti
(sostituendosi e/o integrando la malta originaria) consoliderà la struttura muraria così da ripristinare
la continuità della struttura anche in caso di muratura a sacco;
– realizzazione di perforazioni localizzate solo in zone limitate dell'apparecchio murario (ad es. le
ammorsature tra muri d'angolo e di spina, o le strutture voltate ed arcate), con l'aggiunta
dell'introduzione di barre in acciaio, seguendo una disposizione configurate a "reticolo", che
funziona, nel complesso, come una sorta di cordolo, così da aumentare la resistenza agli sforzi di
trazione.
Sarà sconsigliato effettuare qualsiasi procedura di consolidamento o, più in generale, l'utilizzo di
prodotti, anche se prescritti negli elaborati di progetto, senza la preventiva esecuzione di
campionature pre-intervento eseguite sotto il controllo della D.L.; ogni campione dovrà,
necessariamente, essere catalogato ed etichettato; su tale etichetta dovranno essere riportati la data
di esecuzione, il tipo di prodotto e/o le percentuali dell'impasto utilizzato, (in caso di utilizzo di
materiali organici dovranno essere segnati gli eventuali solventi e di conseguenza il tipo di
diluizione o di concentrazione utilizzati), le modalità ed i tempi di applicazione.

Consolidamento mediante iniezioni non armate

L'intervento (conforme al punto 3, lettera a), dell'Allegato 3 della Circolare Ministeriale LLPP 10
aprile 1997, n. 65/AA.GG. riguardante le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica) sarà da
attuarsi allorché l'apparecchio murario, sottomesso per lungo tempo a dilavamento o percolazione
di acque meteoriche, o per la particolare tipologia costruttiva (ad es. a sacco), si presenta con cavità
interne. Nessun beneficio si potrà ottenere da questa procedura se il setto murario, oggetto di
intervento, non presenta cavità e fessure grossolane. L'apparecchio murario dovrà, quindi, essere
sufficientemente iniettabile, ovverosia dovrà presentare una struttura con una appropriata continuità
tra i vuoti e, allo stesso tempo, la boiacca legante dovrà essere pensata in modo da assicurare
un'idonea penetrabilità ossia una fluidità atta a rispettare i tempi di esecuzione richiesti. La
procedura operativa consterà delle seguenti fasi esecutive.
Preparazione del supporto
Stuccatura e/o sigillatura, su entrambe le facce della muratura, di tutte le fessure, sconnessioni,
piccole fratture dei conci di pietra e/o laterizio e dei giunti di malta così da avere un apparecchio
murario "perfettamente chiuso" capace di ovviare l'eventuale trasudamento esterno delle malte da
iniettare: qualora si operasse su murature intonacate sarà necessario accertare l'idoneità del
rivestimento per l'esecuzione delle successive fasi; (per maggiori dettagli sulle procedure sopra
descritte si rimanda agli articoli sulle stuccature e sui consolidamenti).
Esecuzione dei fori
Esecuzione di perforazioni seguendo le indicazioni di progetto in base al quadro fessurativo ed al
tipo di struttura (in assenza di queste si potranno operare 2-4 fori ogni m2); detti fori, di diametro
opportuno (mediamente sarà sufficiente un f 16-24 mm), saranno eseguiti mediante strumento a sola
rotazione, munito di un tagliatore carotiere con corona d'acciaio ad alta durezza o di widia. Negli
apparecchi murari in pietrame, i fori dovranno essere, se non diversamente prescritto,
perpendicolari alle superfici ma con leggera pendenza (circa il 10%) a scendere verso l'interno così
da facilitare l'introduzione della miscela, eseguiti in corrispondenza dei giunti di malta ad una
distanza di circa 60-80 cm in ragione alla consistenza del muro, mentre nelle murature in laterizi
pieni la distanza tra i fori non dovrà superare i 50 cm. In ogni caso, si raggiungeranno risultati

migliori con un numero elevato di fori di piccole dimensioni piuttosto che con un numero modesto
di grosso diametro.
Sarà necessario eseguire le perforazioni con cura, verificando l'effettiva sovrapposizione, e
comunicazione, delle aree iniettate (disposizione a quinconce), tramite l'utilizzo di appositi tubicini
"testimone" dai quali potrà fuoriuscire l'esubero di miscela iniettata. I tubicini (con un diametro di
circa 20 mm) verranno introdotti, per almeno 10-12 cm ed in seguito, sigillati con la stessa malta di
iniezione a consistenza più densa (diminuendo cioè il quantitativo d'acqua nell'impasto). Durante
questa operazione sarà necessario evitare che le eventuali sbavature vadano a degradare in modo
irreversibile l'integrità degli strati di rivestimento limitrofi; nel caso di fuoriuscite di colature queste
dovranno essere celermente pulite mediante spugnette assorbenti (tipo Blitz-fix) imbevute di acqua
deionizzata. Al fine di garantire una corretta diffusione della miscela, sarà consigliabile praticare
dei fori profondi almeno quanto la metà dello spessore dei muri.
In presenza di spessori inferiori ai 60-70 cm le iniezioni verranno effettuate su una sola faccia della
struttura; oltre i cm 70 sarà necessario operare su entrambe le facce, nel caso in cui lo spessore
risulterà ancora maggiore, o ci si troverà nell'impossibilità di iniettare su entrambe le facce, si dovrà
perforare la muratura da un solo lato per una profondità del foro tra i 2/3 e i 3/4 dello spessore del
muro e mai di valore inferiore ai 10 cm. In presenza di cortine murarie in laterizio pieno sarà utile
prevedere perforazioni inclinate di almeno 40-45 gradi verso il basso fino a ottenere una profondità
di 30-35 cm (in ogni caso stabilita in rapporto alla sezione del muro) tale operazione sarà
conveniente al fine di ripartire meglio la boiacca e per rendere partecipi i diversi strati di malta.
Precedentemente all'iniezione (almeno 24 ore prima) dovrà essere iniettata acqua nel circuito
chiuso d'iniezione al fine di saturare la massa muraria e di mantenere la densità della miscela.
L'operazione di prelavaggio (eseguita con acqua pura, eventualmente deionizzata) sarà, inoltre,
conveniente sia per confermare le porzioni delle zone oggetto d'intervento, (corrispondenti alle
zone umide), sia per segnalare l'esistenza d'eventuali lesioni non visibili. Durante la suddetta fase
di pulitura-lavaggio si dovranno effettuare, se necessarie, le eventuali operazioni supplementari di

rinzaffo, stilatura dei giunti e sigillatura delle lesioni.
Iniezione della boiacca legante
L'iniezione delle miscele (che, di norma dovranno essere omogenee, ben amalgamate ed esenti da
grumi ed impurità) all'interno dei fori dovrà essere eseguita, preferibilmente, a bassa pressione
(indicativamente tra 0,5 e 1,5 atm in ogni caso non superiore alle 2 atm) così da evitare la
formazione di pressioni all'interno della massa muraria con le conseguenti coazioni con le cortine
esterne; inoltre andrà effettuata tramite idonea pompa a mano o automatica provvista di un
manometro. Nel caso in cui il dissesto risulterà circoscritto ad una zona limitata sarà opportuno dare
precedenza alle parti più danneggiate (utilizzando una pressione non troppo elevata e, se sarà
necessario eseguire un preconsolidamento con boiacca molto fluida colata mediante imbuto, prima
delle perforazioni, in tutti gli elementi di discontinuità presenti nella muratura), per poi passare alle
rimanenti, utilizzando una pressione maggiore. Le iniezioni procederanno per file parallele, dal
basso verso l'alto dai lati esterni e, simmetricamente, verso il centro al fine di evitare squilibri di
peso ed impreviste alterazioni nella statica della struttura. Il volume di miscela iniettata non dovrà
superare i 100-120 l per m3.
Previa verifica della consistenza materica della muratura oggetto di intervento, si inietterà la
miscela all'interno degli ugelli e boccagli precedentemente posizionati, la pressione sarà mantenuta
costante fino a quando la boiacca non fuoriuscirà dai tubicini adiacenti, a questo punto si chiuderà il
tubicino e si proseguirà con il foro limitrofo seguendo il piano di lavoro. L'iniezione ad un livello
superiore sarà eseguita, se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, solo quando
tutti i tubi di iniezione, posti alla medesima quota, risulteranno intasati. Sarà, inoltre, opportuno
aumentare la pressione d'immissione in relazione alla quota del piano di posa delle attrezzature.
L'aumento potrà essere di 1-2 atmosfera ogni 3-3,5 m di dislivello in modo da bilanciare la
pressione idrostatica. In edifici a più piani le iniezioni dovranno essere praticate a partire dal livello
più basso.
In alternativa, e solo dietro specifica indicazione di progetto, si potrà iniettare la boiacca per gravità;
nel caso in cui la muratura risulti in uno stato avanzato di degrado tale da non poter sopportare
sovrappressioni o perforazioni si potrà far penetrare la miscela dall'alto attraverso appositi boccagli
ad imbuto localizzati in lesioni o lacune (eventualmente "aiutate" asportando materiale deteriorato).
Questa tecnica non permetterà la chiusura di tutti i vuoti ma solo delle lacune maggiori.
Ad indurimento della miscela (circa 2-3 giorni), i boccagli potranno essere rimossi ed i fori sigillati
con malta appropriata (si rimanda a quanto detto agli articoli riguardanti le stuccature).
Specifiche sulle miscele: la boiacca per iniezioni potrà essere composta, se non diversamente
171
specificato negli elaborati di progetto, da una miscela di sola calce idraulica NHL 3,5 o NHL-Z 3,5
(esente da sali solubili, con 85% dei granuli di dimensione < a 25 m, calore d'idratazione unitario <
di 135KJ/Kg) ed acqua in rapporto variabile da 0,8 a 1,2. Dal momento che, in genere, in una
miscela di questo tipo si otterrà la fluidità necessaria per un'efficace iniezione con rapporti leganteacqua
superiore ad 1, al fine di evitare eventuali fenomeni di segregazione sarà consigliabile
aggiungere alla boiacca additivi fluidificanti (in misura dell'1-2% rispetto al peso del legante) ed
agenti espansivi antiritiro (ad es. polvere di alluminio da 0,2% a 0,3% del totale in peso) al fine di
controllare anche gli eventuali fenomeni naturali di ritiro di assestamento in fase plastica (ovverosia
nelle prime ore che seguiranno la messa in opera) e di ritiro igrometrico (ritiro che si manifesterà
nel materiale indurito, dopo circa 28 giorni, e si protrarrà per periodi molto lunghi, di norma sarà
ritenuto completato dopo circa 2 anni dalla messa in opera).
In alternativa, potrà essere utilizzata una miscela binaria (da utilizzare in presenza di vere e proprie
cavità, specie nei muri a sacco) composta da calce idraulica naturale NHL 2, (o da una calce
idraulica pozzolanica ottenuta miscelando calce idrata cotta a bassa temperatura e, completamente
idrata, con metacaolino anch'esso cotto a bassa temperatura, la calce idrata potrà essere sostituita
anche da grassello di calce stagionato minimo 24 mesi) sabbia ed acqua (rapporto legante–acqua 1:3
fino ad 1:5 nel caso di iniezioni per gravità) con l'aggiunta di gluconato di sodio (con funzione
fluidificante) e polvere di alluminio (come agente espansivo). La sabbia dovrà essere sempre di
granulometria molto fine (< al 35-40% della minima larghezza delle fessure) e, preferibilmente, con
granuli arrotondati; in alternativa, potrà essere impiegato carbonato di calcio scelto e micronizzato o
perlite superventilata (se si ricercherà una boiacca a basso peso specifico) od ancora, metacaolino
ad alta reattività pozzolanica (o polvere di coccio pesto vagliata e lavata) per migliorare le proprietà
idrauliche della boiacca (nel caso di utilizzo di grassello di calce o calce idrata, la carica con
caolino, coccio pesto o pozzolana sarà obbligatoria al fine di rendere idraulico il composto); in ogni
caso l'inerte sarà il 10% rispetto al peso del legante. La boiacca, sia se verrà preparata in cantiere,
sia se si utilizzerà un prodotto premiscelato dovrà presentare le seguenti caratteristiche:
– sufficiente fluidità al fine di penetrare profondamente (svuotamento del cono di Marsh di un litro
di miscela < di 30 secondi),
– assenza di segregazione e di acqua essudata (blending); la separazione dell'acqua dalla boiacca
determinerebbe, in seguito alla successiva evaporazione, la presenza di vuoti all'interno della massa
del nucleo,
– tempo di presa compatibile con quello della lavorazione,
– alto scorrimento,
– sviluppo calore in fase di presa temperatura massima < +30°C,
– dilatazione termica compatibile con quella della muratura originale,
– resistenza caratteristica a rottura per compressione > 12 N/mm2 dopo 28 giorni,
– peso specifico modesto < 1,8 kg/l,
– resistenza ai sali comunemente presenti nella muratura (solfati, ammine),
– modulo elastico allo stato secco comparabile con quello della muratura (3000-6000 N/mm2),
– non presentare fenomeni di ritiro che ridurrebbero l'efficacia del contatto.
Avvertenze: non sarà assolutamente consentita, salva diversa prescrizione della D.L., la
demolizione d'intonaci e stucchi; sarà anzi necessario provvedere al loro preventivo
consolidamento e/o ancoraggio al paramento murario, prima di procedere all'esecuzione della
suddetta procedura (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto agli articoli specifici). Il
collaudo del consolidamento andrà eseguito dopo 90 giorni dall'esecuzione delle iniezioni.

Consolidamento mediante iniezioni armate

L'intervento (conforme al punto 3, lettera c), dell'Allegato 3 della Circolare Ministeriale LLPP 10
aprile 1997, n. 65/AA.GG. riguardanti le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica) potrà
essere attuato strettamente localizzato ed in caso di assoluta necessità quando, ad esempio, si
dovranno realizzare efficienti rinforzi localizzati tra le murature d'angolo, ammorsamento di muri
ortogonali, ricongiungimenti di parti lesionate ecc. e non si potrà ricorrere all'uso di altre procedure.

L’intervento, simile alle iniezioni di miscele leganti, avrà la finalità di assicurare alla muratura per
mezzo dell’utilizzo di cuciture metalliche, un consistente aumento della resistenza agli sforzi di
trazione; queste cuciture saranno costituite da armature di lunghezza variabile (circa 2-3 volte lo
spessore delle murature), dipendente dal livello di aderenza sia tra malta e barre, sia tra malta e
tessitura preesistente, disposte in perfori (f variabile da 32 a 40 mm) alla distanza di circa 40-50 cm
l’uno dall’altro, preferibilmente, inclinati (di circa 45°) in successione verso l’alto e verso il basso.
L’esercizio svolto dalle armature nei pannelli di muratura, in prevalenza compressi, sarà quello di
contenere la deformazione laterale, collaborando ad un miglioramento della resistenza
172
dell’elemento. Nei setti murari non esclusivamente compressi, la presenza dell’armatura potrà
partecipare alla resistenza a taglio del setto stesso.
La procedura operativa seguirà le fasi descritte per le iniezioni di miscele leganti ad eccezione che,
nei fori di iniezione dovranno essere, preventivamente, inserite barre di acciaio inossidabile ad
aderenza migliorata Fe B 44 K (minimo f 12 mm massimo 20 mm), o barre filettate di acciaio AISI
316L, (minimo f 14 mm) munite di distanziatori perimetrali al fine di evitare il contatto diretto con
la muratura; lo schema distributivo, l’inclinazione il calibro e la lunghezza delle barre dovranno
essere relazionati: alle disposizioni di progetto o indicazioni della D.L., ai dissesti riscontrati
dall’esame del quadro fessurativo del manufatto o delle variazioni, apportate nel corso dei lavori di
restauro agli equilibri dei carichi. L’inserimento di detta armatura avrà lo scopo di fornire resistenza
a trazione tra le due cortine esterne della muratura, specialmente nei casi in cui l’altezza di libera
inflessione sia tale da poter dar luogo al fenomeno del carico di punta. Al fine di realizzare un
promotore d’adesione tra le barre e la malta delle iniezioni si potrà spalmare la superficie
dell’armatura con boiacca anticarbonatante, reoplastica-pennellabile realizzando uno strato continuo
di almeno 1 mm.
Specifiche sui materiali: le miscele leganti da utilizzare saranno uguali a quelle esaminate per le
iniezioni non armate con l’ulteriore specifica che in questo caso dovranno, necessariamente,
presentare maggiore capacità di aderenza, antiritiro, e di resistenza, così da garantire la
collaborazione tra armature e muratura, visto che in questo caso si localizzeranno nelle zone più
sollecitate.
Avvertenze: talvolta potrà essere necessario consolidare preventivamente la muratura mediante
semplici iniezioni di boiacca (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto all’articolo specifico).
In ogni caso questa procedura dovrebbe essere messa in opera, preferibilmente, su murature di
buona qualità, in un discreto stato di conservazione prive però, d’adeguate ammorsature tra le pareti
ortogonali. Nei muri di modeste sezioni (30-50 cm) le chiodature non avranno alcun effetto
benefico nei confronti del setto murario, in quanto la ridotta lunghezza della barra non permetterà il
trasferimento per aderenza degli sforzi tra malta d’inghisaggio ed il ferro. Affinché questo
trasferimento avvenga sarà necessario che la barra presenti una lunghezza minima di 40 f o, in
alternativa che sia ancorata risvoltandola all’esterno della muratura ed, eventualmente, collegandola
con l’armatura di paretine di malta a ritiro compensato realizzate su una o entrambe le facce del
pannello murario (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto all’articolo specifico).

Consolidamento mediante placcaggio di superficie (betoncino armato)

L’intervento (conforme al punto 4 dell’Allegato 3 della Circolare Ministeriale LLPP 10 aprile 1997,
n. 65/AA.GG. riguardante le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica) si realizzerà con
l’apposizione, su una o possibilmente entrambe le facce del muro, di lastre verticali di materiale a
base idraulica realizzate in cantiere opportunamente armate da rete metallica elettrosaldata e, rese
solidali alla muratura originale con ferri trasversali passanti nel muro.

Lesioni diffuse

Questa procedura consentirà di migliorare le caratteristiche di resistenza del maschio murario,
grazie all’incremento della sezione resistente apportato dalle paretine e dall’effetto di confinamento
esercitato sulla muratura degradata. Questa tecnica potrà risultare adatta unicamente su murature
particolarmente dissestate (e comunque non caratterizzate da particolari valenze storicoarchitettoniche)
con quadri fessurativi estesi e complessi, e quindi non più in grado di eseguire a
pieno la loro funzione statica, ma che in ogni modo dovranno essere mantenute parzialmente o
integralmente. Questo sistema di consolidamento, pertanto, dovrà essere utilizzato con le dovute
cautele, mai in maniera generalizzata, dietro specifiche prescrizioni di progetto o indicazioni della
D.L. e, con il benestare degli organi preposti alla tutela del bene oggetto d’intervento. La procedura
operativa consterà delle seguenti fasi esecutive.
Preparazione del supporto
Dietro specifica autorizzazione della D.L., si procederà alla rimozione dell’eventuale intonaco, dei
rivestimenti parietali, delle parti incoerenti ed in fase di distacco, e della malta dei giunti tra gli
elementi lapidei o laterizi per una profondità minima di 2-3 cm, fino a raggiungere la parte sana
della struttura (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto agli articoli specifici). Le, eventuali,
lesioni andranno ripulite, allargate e spolverate con l’ausilio di aria compressa e strumento
aspiratore, nonché stuccate con idonea malta a presa rapida (sarà sufficiente utilizzare un impasto a
base di calce idraulica naturale e pozzolana simile a quello utilizzato nelle procedure di stuccature
dei materiali lapidei diminuendo però il quantitativo d’acqua nell’impasto). Successivamente la
parete dovrà essere spazzolata e lavata con acqua pulita al fine di rimuovere polveri e depositi
incoerenti.
173
Armatura parete
Al fine di inserire i connettori trasversali si dovranno eseguire perforazioni, (con strumento a sola
rotazione) passanti in senso obliquo se l’intervento riguarderà entrambe le facce, per 3/4 dello
spessore del muro qualora la muratura venga trattata su una sola superficie (esterna o interna); il
numero dei tiranti potrà variare in relazione alle disposizioni di progetto, tuttavia sarà opportuno
non scendere al di sotto dei 2 tiranti al m2 di parete (di norma si utilizzeranno 4-6 spillature al m2).
All’interno di queste perforazioni si collocheranno i tondini di acciaio, lasciandoli sporgere dalla
struttura per almeno cm 10 da ogni lato. Le barre saranno del tipo e, del diametro indicato dagli
elaborati di progetto ovvero ordinato dalla D.L. con f minimo di 4-8 mm, in assenza di specifiche
potranno essere utilizzate barre di acciaio inossidabile ad aderenza migliorata Fe B 44 K (in
alternativa si potrà utilizzare acciaio zincato o acciaio precedentemente trattato con boiacca
passivante anticarbonatante per uno spessore minimo di 1 mm). In corrispondenza delle aperture
potrà essere omessa la formazione della lastra al fine di non ridurre la luce delle medesime, avendo
cura, però, di raddoppiare le legature perpendicolari al piano del muro, disponendole a quinconce.

Una volta stuccate l'eventuali lesioni, fessure o parti di struttura situate sotto i fori con la malta
prescritta, si potranno posizionare reti metalliche elettrosaldate (preferibilmente in acciaio
inossidabile) su entrambi i lati del muro. Le reti avranno diametro e maglia come specificato negli
elaborati di progetto o comandati dalla D.L., diversamente potranno essere formate da tondini di f
6-8 mm con maglie 100x100 o 150x150 mm risvoltate per almeno 50-100 cm in corrispondenza
degli spigoli laterali così da collegare ortogonalmente le nuove paretine armate con le altre strutture
portanti. Le eventuali sovrapposizioni di reti dovranno interessare almeno 20 cm ed in ogni caso
non meno di due maglie. Una volta posizionata la rete, e fissata con chiodi in acciaio ad "U" o a "J"
(f 4 mm per una lunghezza minima di 18 cm), le barre saranno ripiegate ad uncino di 90° al fine di
connetterle alle maglie della rete e realizzare in tal modo il collegamento tra le paretine ed il nucleo
della muratura. In alternativa alla rete metallica si potrà posizionare, dietro specifica indicazione di
progetto, una rete in polipropilene (PP) bi-orientata a maglia quadrangolare prodotta per estrusione
e sottoposta a processo di stiro a temperatura controllata nelle due direzioni (caratteristiche medie:
totale inerzia chimica, maglia 40x30 mm, peso unitario 650 g/m2, resistenza a trazione nelle due
direzioni 40 kN/m, allungamento > 10%);
L'accurata sistemazione dell'armatura dell'intonaco risulterà, per la buona riuscita della procedura,
un elemento di particolare importanza, essa, infatti, dovrà essere tenuta separata dal supporto
murario per almeno 2 cm, ricorrendo ad idonei distanziatori, in modo da evitare la manifestazione
di fenomeni d'instabilità flessionale; per questo motivo sarà necessario disporre la rete in modo che
possa trasmettere correttamente gli sforzi alle spillature praticate nel pannello murario.
Messa in opera intonaco
Sul setto murario, preventivamente, bagnato abbondantemente con acqua pulita fino a saturazione,
così da evitare ogni possibile sottrazione d'acqua al nuovo materiale, verrà applicato uno strato di
malta anche in più riprese, (fino a raggiungimento della quota prevista) del tipo prescritto dal
progetto o indicato dalla D.L. avendo cura di riempire, eventuali, vuoti emersi dietro l'armatura
metallica, e battendo con frattazzo la superficie trattata prima del tiraggio a liscio con la staggia.
In ogni caso, salve diverse indicazioni di progetto, si dovrà tenere presente che:
– per realizzare spessori inferiori ai 3 cm sarà consigliabile mettere in opera la malta a spruzzo,
armata con rete metallica f 4-6 mm con maglia 100x100 mm;
– per realizzare spessori intorno ai 3-5 cm si potrà applicare la malta manualmente, armata con rete
metallica f 6-8 mm con maglie 100x100 o 150x150 mm;
– per realizzare spessori superiori ai 5 cm fino ad un massimo di 8-10 cm si dovrà,
necessariamente, ricorrere al getto in casseforme armate con rete metallica f 8-10 mm con maglia
100x100 o 200x200 mm.
Lo spessore e, la metodologia di posa in opera dovranno essere comparati e pensati in base al
degrado della struttura ed al tipo di sollecitazioni cui è stata, e sarà sottoposta la struttura, in ogni
caso, potrà essere opportuno eseguire intonaci per uno spessore di circa 4-5 cm.
Al fine di evitare la formazione di fessure e cavillature dovute alla troppo rapida evaporazione
dell'acqua d'impasto le paretine dovranno essere tenute umide per almeno 48 ore e protette da
vento e/o irraggiamento solare diretto.
Specifiche sulle malte: la malta o betoncino da utilizzare dovrà presentare un modulo elastico basso
così da limitare eventuali inconvenienti legati all'instabilizzazione per carico di punta. A tal fine si
potranno utilizzare malte a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 (o, calce naturale
eminentemente idraulica NHL 5) caricata con inerti a comportamento pozzolanico (ad es.
pozzolana, metacaolino, coccio pesto ecc.), sabbie silicee naturali (granulometria 0,1-2 mm) con
174
l'eventuale aggiunta d'additivi aeranti naturali, fibre minerali inorganiche atossiche (così da ridurre
le tensioni generate dall'evaporazione dell'acqua e limitare le fessurazioni da ritiro plastico) e
espansivi minerali (così da controllare il ritiro igronometrico). Le malte (rapporto legante-inerte
1:3) ed i betoncini (rapporto legante-inerte 1:4) a ritiro compensato da utilizzare dovranno in ogni
caso presentare le seguenti caratteristiche:
– resistenza a compressione a 28 giorni > 18 N/mm2;
– modulo elastico a 28 giorni <15000 N/mm2;
– espansione contrastata a 7 giorni > 300 mm/m;
– coefficiente di permeabilità al vapore < 150 m.
L'utilizzo della calce idraulica naturale o idraulica pozzolanica (calce aerea miscelata a cariche con
reattività pozzolaniche), rispetto all'uso del cemento presenterà il vantaggio di ottenere un impasto
più plastico e maggiormente lavorabile, inoltre l'uso della calce idraulica garantirà capacità di
traspirazione delle pareti.
Lesione isolata
Per interventi su lesioni passanti isolate, anche di spessori consistenti, la procedura si potrà limitare
esclusivamente alle fasce limitrofe la lesione (circa 60-80 cm a cavallo della lesione). Le fasi
esecutive saranno le stesse enunciate all'articolo riguardante il placcaggio dell'intera parete ad
eccezione di qualche precisazione.
La rete elettrosaldata zincata (f 4-5 mm maglia 100x100 mm) dovrà essere messa in opera in strisce
di 60-80 cm, posizionate, a cavallo della lesione, su entrambi i lati della muratura tramite chiodatura
e collegata con tondini in acciaio inossidabile ad aderenza migliorata (f 6-8 mm intervallati da circa
40-50 cm) passanti attraverso la lesione, precedentemente scarnita e pulita da parti incoerenti. La
malta da utilizzare per risarcire la lesione, salvo diverse prescrizioni della D.L., dovrà essere a base
di calce idraulica e, preferibilmente, di tipo espansivo (per maggiori dettagli si rimanda a quanto
detto agli articoli specifici). L'esecuzione dell'intonaco dovrà seguire sia le prescrizioni enunciate
all'articolo sul placcaggio di superficie sia quelle inerenti il rappezzo di intonaco, ovverosia al fine
di non creare discontinuità materiche superficiali si ricorrerà, se non diversamente specificato, ad
una rasatura finale utilizzando impasti similari a quelli esistenti (per uno spessore totale non
inferiore ai 3 cm).
Lesione d'angolo
Per interventi su lesioni d'angolo, sia ad "L" sia a "T", anche di spessori consistenti, la procedura si
potrà limitare esclusivamente alle fasce limitrofe la lesione (minimo 60 cm oltre la lesione per una
fascia minima di 80-100 cm). Le fasi esecutive saranno le stesse enunciate nell'articolo riguardante
il placcaggio dell'intera parete ad eccezione di qualche precisazione.
Previa esecuzione delle perforazioni nella parete al fine di alloggiare le barre trasversali di
collegamento, si posizionerà la rete elettrosaldata zincata (f 5-6 mm maglia 150x150 mm), su
entrambe le facce del muro, con adeguata sovrapposizione e risvolto minimo di 50 cm in
corrispondenza di spigoli verticali. La rete verrà fissata tramite chiodatura e collegata con tondini in
acciaio inossidabile ad aderenza migliorata (f 6-8 mm disposti in maniera più ravvicinata, 35-40 cm,

per il primo metro verso il basso e verso l'alto per poi diradarsi, 70-80 cm, verso il centro della rete)
inghisati nei perfori e passanti attraverso le lesioni precedentemente scarnite e pulite da parti
incoerenti. La malta da utilizzare per risarcire le lesioni, salvo diverse prescrizioni della D.L., dovrà
essere a base di calce idraulica e, preferibilmente, di tipo espansivo (per maggiori dettagli si
rimanda a quanto detto agli articoli specifici). L'esecuzione dell'intonaco dovrà seguire sia le
prescrizioni enunciate all'articolo sul placcaggio di superficie sia quelle inerenti il rappezzo di
intonaco ovverosia, al fine di non creare discontinuità materiche superficiali si ricorrerà, se non
diversamente specificato, ad una rasatura finale utilizzando impasti similari a quelli esistenti (per
uno spessore totale non inferiore ai 3 cm).

Lesioni in corrispondenza di aperture

Per interventi su lesioni nelle vicinanze di aperture (porte o finestre), anche di spessori consistenti,
la procedura potrà limitarsi, esclusivamente, alle zone limitrofe le lesioni (generalmente circa 60-80
cm a destra e a sinistra dell'apertura e per un'altezza minima pari a 40 cm al di sotto
dell'architrave). Le fasi esecutive saranno le stesse enunciate all'articolo riguardante il placcaggio
dell'intera parete ad eccezione di qualche precisazione.
Previa esecuzione delle perforazioni nella parete, al fine di alloggiare le barre trasversali di
collegamento, si posizionerà la rete elettrosaldata zincata (f 5-6 mm maglia 150x150 mm) su una o
entrambe le facce del muro con adeguata sovrapposizione e risvolto minimo di 50 cm in
corrispondenza di spigoli verticali. La rete verrà fissata tramite chiodatura e collegata con tondini in
acciaio inossidabile, ad aderenza migliorata (f 6-8 mm in ragione di circa 4 al m2), inghisati nei
175
perfori e passanti attraverso le lesioni precedentemente scarnite e pulite da parti incoerenti. La malta
da utilizzare per risarcire le lesioni, salvo diverse prescrizioni della D.L., dovrà essere a base di
calce idraulica e, preferibilmente, di tipo espansivo (per maggiori dettagli si rimanda a quanto detto
agli articoli specifici). L'esecuzione dell'intonaco dovrà seguire sia le prescrizioni enunciate
all'articolo sul placcaggio di superficie sia quelle inerenti il rappezzo di intonaco, ovverosia al fine
di non creare discontinuità materiche superficiali si ricorrerà, se non diversamente specificato, ad
una rasatura finale utilizzando impasti similari a quelli esistenti (per uno spessore totale non
inferiore ai 3 cm).

Consolidamento mediante placcaggio con materiali FRP

La procedura si pone l'obiettivo di conservare la funzione resistente degli elementi murari, dando
loro un'opportuna resistenza a trazione e fornendoli di uno stadio, più o meno elevato, di duttilità
sia nel comportamento a piastra, sia in quello a parete di taglio.
L'operazione prevedrà la fasciatura, o meglio il placcaggio esterno, della struttura con nastri di
materiale composito, da calibrare in funzione alle condizioni statiche, ancorati direttamente alla
muratura da rinforzare mediante l'utilizzo di resine adesive (generalmente epossidiche). Il
placcaggio con i materiali FRP consentirà un'efficace incremento, sia del carico ultimo, sia della
duttilità così da costituire una più che valida alternativa rispetto alle tecniche più tradizionali come
ad esempio le cerchiature rigide. Questa tecnica potrà essere messa in opera, sia per il rinforzo su
pannello resistente con lesioni diffuse, sia per ripristinare situazioni di dissesto localizzato come ad
esempio risarciture di lesioni d'angolo, lesioni in corrispondenza di aperture, confinamento di
pilastri ecc. I nastri di composito forniranno prestazioni superiori a quelle dell'acciaio armonico,
un'adesione perfetta al supporto e spessori ridotti così da potersi mascherare facilmente al di sotto
di un semplice strato d'intonaco; inoltre, questa tecnica risulterà completamente reversibile, in
quanto i nastri saranno semplicemente incollati alla superficie e potranno essere rimossi mediante
trattamento termico.
Le prescrizioni sulla procedura operativa seguiranno quelle previste all'articolo sul consolidamento
di volte, delle coperture e delle strutture in c.a. mediante materiali compositi.
Avvertenze: questo protocollo operativo dovrà essere eseguito esclusivamente da operatori
specializzati.

Consolidamento mediante tiranti metallici

L'intervento sarà conforme al punto 2, dell'Allegato 3 della Circolare Ministeriale LLPP 10 aprile
1997, n. 65/AA.GG. riguardante le norme tecniche per le costruzioni in zona sismica.
Il consolidamento mediante la messa in opera di tiranti metallici (elementi costruttivi a sviluppo
lineare) consentirà di realizzare un collegamento, ed irrigidimento delle murature così da riuscire a
contrastare rischi di traslazione, crolli e distacchi; la cerchiatura per mezzo dei tiranti permetterà di
rendere solidali le strutture murarie tanto da garantire un comportamento di tipo scatolare,
soprattutto, in caso di azione sismica. I tiranti (realizzati prevalentemente in acciaio inossidabile)
potranno essere inseriti all'interno delle strutture da consolidare (murature, strutture lignee di solai e
di copertura, in pilastri murari e in fondazioni) o all'esterno; la loro messa in opera potrà essere
verticale, orizzontale od inclinata secondo le necessità specifiche richieste dal singolo caso e, in
base agli sforzi che dovranno assolvere. Il bloccaggio all'estremità delle strutture sarà garantito da
chiavarde o capichiave (che potranno essere a paletto o a piastra) posti su piastre (realizzate in
acciaio inossidabile di forma e dimensioni tali da consentire una ripartizione omogenea degli sforzi)
necessarie al fine di assicurare l'adeguata ripartizione dei carichi; le piastre potranno essere
realizzate in acciaio, con la presenza dei fori per consentire il passaggio dei cavi e delle guaine
oppure, in calcestruzzo armato. I paletti dei capichiave andranno orientati a 45° con il braccio
superiore rivolto contro il muro trasversale su cui insiste il solaio. Indipendentemente dalla messa in
opera (esterna o interna, orizzontale o inclinata), prima di procedere con l'operazione dovrà essere
appurato il grado di consistenza delle strutture, lo stato di conservazione e, soprattutto, la loro
stabilità; a tale riguardo prima di effettuare l'intervento potrà essere utile, dove si renderà
necessario, operare un consolidamento (scuci e cuci, iniezioni di boiacca, rincocciature, rinforzi
delle fondazioni ecc.) delle parti interessate ed influenzate dal successivo stato tensionale indotto
dal tirante. L'operazione inizierà con la localizzazione esatta dei punti di perforazione per il
passaggio del tirante, della sua collocazione ed il posizionamento del relativo sistema d'ancoraggio,
che dovrà essere saldo ed efficace dal momento che la risoluzione avrà effetto solo se sarà garantita
la trazione del tirante, costante nel tempo, capace di contrastare le sollecitazioni in atto. I tiranti
potranno essere messi in opera anche binati: uno da una parte e uno dall'altra dello stesso muro
trasversale. Il tiraggio del tirante potrà essere fatto a freddo o a caldo.

Consolidamento con tiranti trivellati inseriti nella muratura

176
Il dimensionamento dei tiranti, definito dagli elaborati di progetto, dovrà essere relazionato alla
resistenza a trazione del materiale utilizzato e quella a taglio del muro su cui verrà posizionato il

capochiave (potranno essere messi in opera tiranti in acciaio inossidabile zincati Fe 360
opportunamente dimensionati e, se non diversamente specificato dagli elaborati di progetto,
potranno essere utilizzati tiranti f 26 mm o f 32 mm).

Tiranti trivellati inseriti nella muratura orizzontalmente

Il tirante orizzontale dovrà essere posizionato in corrispondenza del solaio (al di sotto del
pavimento) il più possibile in aderenza al muro ortogonale su cui verrà collocato il capochiave;
dopo aver localizzato il percorso del tirante e i punti di perforazione sulla muratura, si procederà
alla realizzazione dell'alloggiamento mediante l'utilizzo di trapani esclusivamente rotativi in modo
da evitare ulteriori sconnessioni della struttura dissestata, realizzando uno scasso che, se non
diversamente indicato dagli elaborati di progetto, potrà essere di circa 25 mm di diametro profondo
40 mm. L'intervento procederà con il posizionamento degli ancoraggi (angolari o intermedi fissati
mediante malta di calce idraulica naturale NHL 5) previa preparazione della parte di muratura
interessata mediante l'eventuale asportazione d'intonaco e, se necessario, consolidamento; la piastra
di ripartizione dei carichi, se non diversamente indicato dagli elaborati di progetto, potrà avere
dimensioni di 25x25 cm o 30x30 cm spessa 15 mm. Sulla muratura verranno eseguiti i fori di
passaggio del tirante, il cui dimensionamento si relazionerà alla sezione del tirante, ricorrendo ad un
trapano a rotazione. Realizzato l'alloggiamento, il cavo dovrà essere fissato alle piastre
precedentemente forate; all'interno dei fori (f 50-80 mm) dovrà essere posizionata una guaina
protettiva fissata alla parete mediante l'utilizzo di malta o resina. Dopo aver tagliato il tirante a
misura d'impiego (pari alla lunghezza della parete più lo spessore del muro e a 30 cm, 15 cm per
parte, necessari per l'ancoraggio) e provveduto alla filettatura delle estremità indispensabili per il
tiraggio a freddo (15 cm per ogni estremità utilizzando filettatrici) si procederà alla relativa messa
in opera. Il tirante passerà dalla guaina prolungandosi qualche centimetro all'esterno della piastra di
ripartizione così da facilitare il tiraggio e l'ancoraggio; verranno posizionati i capochiave (forati se
il tiraggio avverrà a freddo) i sistemi di fissaggio ed ancoraggio (dado e controdado, manicotto di
collegamento e tiraggio ecc.). Avvenuta la presa del bulbo di ancoraggio (3 o 4 giorni), il tirante
verrà messo in tensione (se teso a mano si ricorrerà ad una chiave dinamometrica che serrerà i dadi
sino ad ottenere una tensione di circa 150-200 Kg) con gradualità ed a più riprese, fino alla tensione
di calcolo (la tensione applicata non dovrebbe superare il 50% di quella ammissibile dal cavo di
acciaio utilizzato), controllando eventuali diminuzioni di tensioni (causati o dal tipo di acciaio
impiegato o riconducibili ad assestamenti murari improvvisi). La sede di posa dei tiranti ed i fori
potranno essere riempiti con iniezioni di malta a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 e, si potrà
solidarizzare la guaina e il cavo mediante l'ausilio di resina sigillante. L'operazione terminerà con
la posizione dei cunei di bloccaggio del cavo. Tutte le parti metalliche rimaste a vista dovranno
essere protette mediante l'applicazione di vernici di tipo epossidico.

Tiranti trivellati inseriti nella muratura verticalmente

I tiranti potranno essere posti all'interno della muratura anche verticalmente, in questo caso il cavo
dovrà penetrare all'interno della muratura in posizione perfettamente baricentrica e dovrà
interessare una fascia muraria, mediamente, di circa 2 m. Il tirante verticale sarà formato da un
bulbo realizzato al di sotto delle fondazioni del muro e da una testa ancorata alla sommità del muro
con una piastra, dadi di bloccaggio e di pretensionamento. La parte sommitale della muratura, che
dovrà ospitare la piastra di ripartizione, dovrà essere opportunamente consolidata tramite la messa
in opera di una base realizzata con malta di calce eminentemente idraulica così da evitare,
soprattutto in murature non perfettamente connesse, danni legati alla precompressione indotta dal
tirante su tutta la parete. Per la messa in opera dei tiranti verticali si dovrà ricorrere a delle macchine
perforatrici a rotazione potenti, tali da consentire l'esecuzione di fori precisi e di enorme lunghezza.
La procedura in questo caso prevedrà: la preparazione dei fori di alloggiamento del tirante tramite
sonda a rotazione provvista di punta diamantata per un diametro variabile in ragione alla tipologia
di muratura, alla consistenza del materiale e al tipo di tirante (generalmente sarà sufficiente un
diametro di 45-80 mm); messa in opera del tondino e del trefolo in acciaio spingendolo sino al
disotto delle fondazioni; iniezione di malta eminentemente idraulica in modo da formare il bulbo di
ancoraggio del tirante; messa in opera delle piastre di ancoraggio (a farfalla o a rondella fissate con
dadi all'estremità filettata del tirante). Una volta avvenuta la presa del bulbo di ancoraggio si potrà
procedere alla messa in tensione del cavo (con martinetto idraulico o a mezzo cavo avvitato alla
testa filettata del tirante), la tensione si otterrà mediante chiave dinamometrica applicata sui dadi di
serraggio. A tensione avvenuta dovrà essere immessa all'interno del foro, che contiene il tirante,
della boiacca di malta a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 così da assicurare una buona
aderenza tra il cavo e la muratura.

Consolidamento con tiranti aderenti alla muratura

Nei casi in cui il tirante orizzontale non potrà essere inserito all'interno del solaio poiché
strutturalmente fatiscente, sarà opportuno posizionarlo, sempre al livello del solaio ma sul suo
intradosso in adiacenza ai muri trasversali (il tirante potrà essere inserito in scanalature ricavate
nella muratura così da non renderlo visibile). L'intervento procederà con la localizzazione dei fori
da realizzare sui setti che dovranno accogliere il capochiave al fine di consentire il passaggio del
tirante; il foro dovrà presentare un diametro, se non diversamente indicato dagli elaborati di
progetto, di 30-80 mm realizzato con trapano a sola rotazione con corona diamantata, escludendo
qualsiasi azione di percussione. Eseguiti i fori si procederà alla messa in opera del tirante (la cui
sezione potrà essere circolare, quadrata o piatta) facendo cura di farlo uscire all'estremità per circa
15 cm (anche in questo caso le due parti che fuoriusciranno dovranno presentarsi opportunamente
filettate) e delle piastre di ripartizione messe in opera sulle pareti esterne (seguendo le modalità
descritte nell'articolo inerente i tiranti trivellati inseriti nella muratura orizzontalmente).
L'operazione procederà con la tesatura del tirante tramite i dadi (interposti dalle rosette) che potrà
essere realizzata sia a freddo (utilizzando una chiave dinamometria seguendo la procedura indicata
all'articolo inerente i tiranti trivellati inseriti nella muratura orizzontalmente) che a caldo. Nei casi
in cui le piastre esterne a lavoro ultimato, non potessero essere più ispezionabili (affogate
all'interno della muratura, intonacate ecc.) queste dovranno essere rese solidali con il tirante che in
questo caso si comporrà di due parti unite da un manicotto filettato necessario al fine di effettuare il
tiraggio del cavo a freddo. L'utilizzo di manicotti intermedi sarà necessario anche nei casi in cui i
tiranti risulteranno particolarmente lunghi.
Specifiche: il tiraggio dei tiranti potrà essere realizzato anche a caldo ovvero; una volta posto in

opera il cavo e forzate leggermente le zeppe di contrasto con i capichiave si effettuerà un
preriscaldamento (mediante l'ausilio di fiamma ossidrica o con una fiaccola a benzina) nel tratto
centrale; il cavo si allungherà per effetto termico, a questo punto, un volta raggiunta la lunghezza
indicata dal progetto, si inserirà il sistema di bloccaggio all'estremità dopodiché, bloccando gli
ancoraggi il tirante svilupperà la sua tensione raffreddandosi.
I tiranti orizzontali messi in opera sulle pareti più lunghe dovranno essere applicati leggermente
sopra a quelli che corrono sulle pareti più corte; inoltre, in presenza di solai sfalsati, i tiranti
orizzontali dovranno essere posizionati a metà tra i due. La piastra di ancoraggio potrà essere
sostituita da una piastra armata spessa e larga incassata e ammorsata all'interno della muratura. Per
maggiori specifiche riguardanti le miscele da iniezione si rimanda a quanto detto all'articolo
specifico sulle iniezioni di miscele leganti.

Consolidamento mediante tiranti antiespulsivi

In presenza di pareti caratterizzate da paramenti in parte o totalmente scollegati tra loro (muratura a
sacco o a paramenti accostati e non connessi) che presenteranno degli spanciamenti o delle
deformazioni, si potrà ricorrere all'uso dei tiranti antiespulsivi. La tecnica d'intervento sarà
indirizzata al ripristino della continuità trasversale della muratura, ricorrendo all'inserimento di
barre metalliche, passanti, ancorate mediante piccole piastre bullonate alle facce esterne della
muratura. L'intervento potrà essere reversibile, poiché non prevedrà l'utilizzo di materiali leganti
per fermare la barra ma, allo stesso tempo, per la sua immediata connotazione sulla parete, sarà
opportuno limitarlo nella quantità evitando così un'eccessiva alterazione della configurazione
superficiale della parete. L'effettiva efficacia dell'intervento sarà strettamente connessa alla natura
ed alla qualità della muratura su cui si opererà il consolidamento, così come le singole fasi operative
varieranno in relazione al singolo caso specifico. Le fasi esecutive consteranno in: realizzazione dei
fori (se non diversamente indicato dagli elaborati di progetto potrà essere sufficiente realizzare una
perforazione ogni m2 di parete) mediante l'utilizzo di trapano a sola rotazione e non a percussione
poiché potrebbe aggravare il dissesto della struttura, utilizzando una punta da 20-25 mm, eseguiti in
punti ottimali per l'ancoraggio dei tiranti (la superficie in quelle zone dovrà presentarsi
sufficientemente piana così da consentire la buona aderenza della piastre); asportazione dal foro di
eventuali detriti ed introduzione del tirante (f 16-20 mm) in acciaio inossidabile con l'estremità
filettate che fuoriusciranno dalla muratura (circa 4-5 cm) tanto da consentire il facile bloccaggio;
inserimento delle piastre (con un diametro dimensionalmente rapportato al tipo di murature sulla
quale dovranno insistere, ad esempio su una muratura mista f 80-100 mm) che bloccheranno i tiranti
su entrambe le contrapposte pareti; infine, il serraggio della barra avverrà mediante bullonatura in
acciaio (utilizzando, se esplicitamente richiesti dalla D.L. bulloni ciechi) allo scopo di riuscire ad
attribuire una modesta pre-sollecitazione alla barra.
Specifiche: si ricorda che la realizzazione di eventuali piccoli scassi sulla muratura, al fine di
178
nascondere in parte le piastre, saranno sconsigliati poiché potranno ridurre l'efficacia
dell'intervento.

Consolidamento mediante diatoni artificiali

Al fine di consolidare, e legare trasversalmente murature sconnesse, si potrà procedere introducendo
all'interno della struttura elementi artificiali (diatoni), di forma cilindrica messi in opera all'interno
di fori realizzati mediante l'uso di una carotatrice. La messa in opera di questo tipo di risoluzione
potrà essere fatta anche su murature di qualità molto scadente poiché non genera alcuna
presollecitazione; la quantità dei diatoni da introdurre all'interno della muratura sarà connessa alla
consistenza della muratura stessa. La procedura prevedrà: realizzazione dei fori (f 15 cm) mediante
l'uso di una sonda a rotazione, fissata alla muratura in modo da realizzare forature perfettamente
orizzontali localizzate in modo da non arrecare ulteriori danni alla struttura (da evitare parti
particolarmente fragili esteriormente); l'armatura del diatono verrà realizzata tramite un traliccio a
spirale in acciaio inossidabile (AISI 304L o 316L) o passivato (5-6 barre f 8 ed eventuale staffa f 4-
6 a spirale) tagliato in base allo spessore della muratura da consolidare inserito all'interno del foro
(ricorrendo all'uso di opportuni distanziatori per meglio posizionarlo) e collegato con il controtappo
(munito di foro per garantire l'iniezione della malta e dotato di ferri longitudinali della lunghezza di
10 cm) tramite legatura o saldatura; su entrambe le pareti, le zone adiacenti al foro, dovranno essere
sigillate mediante stuccatura in modo da ovviare l'eventuale fuoriuscita della miscela che verrà
iniettata, facendo cura di lasciare una piccola fessura nella parete dove avverrà l'immissione della
miscela così da consentire il passaggio dell'aria; infine l'intervento terminerà con l'iniezione,
tramite una leggera pressione all'interno dell'armatura, di malta fluida (per maggiori delucidazioni
al riguardo si rimanda all'articolo inerente le iniezioni di miscele leganti).
Specifiche: questa tecnica risulterà adatta per sopportare sollecitazioni di origine sismica grazie al
collegamento monolitico che si verrà a creare tra le due facce del muro.

Cerchiature in acciaio di aperture e vani in murature portanti

La procedura avrà come obiettivo quello di eseguire una cerchiatura con lo scopo di realizzare
un'apertura a strappo in una muratura portante senza compromettere la stabilità delle strutture
originali. Sarà necessario, in ogni caso, procedere con cautela, considerando l'intervento in modo
accurato al fine di evitare possibili lesioni di assestamento.
Dopo aver posto in opera elementi provvisionali, allo scopo di forzare staticamente i solai che si
appoggeranno sulla muratura oggetto di intervento, si eseguiranno le aperture verticali in
corrispondenza delle mazzette, appoggi della struttura di architrave. All'interno della muratura
esistente, saranno inseriti due piedritti costituiti da uno o più profilati metallici (in genere profili a
doppio "T" Fe 360 o Fe 430) a seconda dello spessore della muratura ed, in ogni caso scelti
seguendo le disposizioni di progetto o indicazioni della D.L. (ad es. HEA 140), ancorati mediante
spillature perimetrali sagomate ad "L" e saldati a caldo al montante in oggetto; questi ancoraggi
saranno costituiti da barre in acciaio ad aderenza migliorata Fe B 44 K (ad es. 4 f 14/300 mm)
inghisate, (con malta a base di calce idraulica naturale NHL 3,5 a ritiro compensato e con buone
caratteristiche di aderenza), in perfori f 24 mm, eseguiti con strumento a sola rotazione, di
lunghezza ed inclinazione variabili (in ogni caso non inferiori ai 200 mm), intervallati ogni 50-60
cm o secondo indicazioni della D.L. constatate sul posto le reali condizioni delle murature.
In alternativa ai piedritti d'acciaio potranno essere messi in opera delle spallette in muratura
migliorata (per tutto lo spessore della muratura e di lunghezza minima pari a tre teste) in mattoni
pieni allettati con malta a base di leganti idraulici (tipo calce idraulica naturale NHL 5) seguendo la
tecnica del "scuci e cuci" a piccoli tratti fino a sostituire la vecchia struttura con una nuova. Le

nuove spallette dovranno essere correttamente ammorsate alla muratura da mantenere (un adeguato
numero di morse sarà di circa una ogni cinque filari) e, allo stesso tempo, creare il paramento
verticale sui lati interni dell'apertura lungo la quale, procedendo in aderenza, si effettuerà lo strappo
della muratura da demolire. I nuovi piedritti dovranno, inoltre, essere fasciati da rete in acciaio
elettrosaldata, fissata a mezzo di chiodature, (ad es. f 5-6 mm con maglia 100x100 mm) per una
lunghezza pari a circa 50-60 cm allo scopo di migliorare l'ancoraggio alla muratura esistente.
Di seguito si eseguirà la prima traccia orizzontale sulla muratura (la scelta di utilizzare due profilati
accoppiati è dettata, principalmente, da esigenze esecutive) al fine di ospitare il primo profilato
metallico (la sezione della trave potrà essere composta, a seconda della luce, del carico e dello
spessore del muro di due o più profilati del tipo IPE o HE) che appoggerà su piastra in acciaio, di
dimensioni variabile (ad es. con profilato HEA 140 montato su muratura di 45 cm, la piastra avrà
dimensioni 140x450x10 mm), saldata sulla sommità dei montanti. Il profilato sarà messo a
contrasto con la muratura sovrastante mediante zeppe e/o cunei di ferro o spezzoni di lastre
d'ardesia in modo da imprimere al ferro una freccia preventiva. Allorché l'architrave sia di
179
lunghezza notevole e tra l'estradosso del profilato ed il solaio soprastante vi sia sufficiente altezza,
la freccia preventiva si potrà ottenere con l'ausilio di un martinetto idraulico (previa interposizione
di una piastra metallica tra muratura e martinetto) alloggiato in un opportuno vano ricavato sopra la
trave. Effettuata la messa in opera del primo elemento in acciaio s'interverrà, sul lato del muro
opposto, seguendo la medesima procedura per mettere in opera il secondo. Eseguita l'architrave si
potrà demolire la porzione centrale di muratura e si collegheranno i profilati per mezzo di chiavarde
(ad es. f 16 mm), inserite in fori corrispondenti eseguiti prima della messa in opera, distanziate da
circa 140-150 cm una dall'altra partendo dagli appoggi.
Il vuoto tra le due ali esterne dei profilati, riempito con tavelline in cotto murate con malta a base di
leganti idraulici, potrà essere colmato, a seconda delle specifiche di progetto o indicazioni della
D.L. con: muratura di mattoni pieni, calcestruzzo di cemento confezionato con inerti sottili,
utilizzando come cassaforma a perdere un piano di tavelle posate sulle ali inferiori interne; il getto
sarà eseguito mediante fori praticati lateralmente al di sopra dell'estradosso delle travi.
Successivamente si eseguirà la messa in opera del traverso inferiore costituito da un piatto in
acciaio di dimensione variabili con uno spessore minimo di 10-12 mm (ad es. 2200x450x15 mm)
che dovrà essere, anch'esso, saldato a caldo con cordoni angolari al telaio sovrastante.
Specifiche: al fine di proteggere i profilati metallici sarà consigliabile trattarli con apposita boiacca
passivante anticarbonatante (per maggiori dettagli si rimanda agli articoli riguardante il ripristino di
opere in c.a.), inoltre per migliorare l'aggrappaggio dell'intonaco sarà consigliabile fasciare la
cerchiatura con rete in acciaio elettrosaldata a maglia stretta (ad es. f 3-4 mm con maglia 50x50
mm) per una lunghezza pari a circa 60-80 cm.
In caso di cerchiatura mista, ovverosia con spallette in muratura migliorata ed architrave d'acciaio,
sarà obbligatorio ammorsare efficacemente i profilati nella muratura esistente pari a circa una volta
e mezzo lo spessore del muro. Nel caso l'architrave dovrà sostenere elevati carichi, si inseriranno
delle alette di irrigidimento saldate con cordoni d'angolo.
Le aperture a strappo non dovranno essere eseguite in strutture murarie con quadro fessurativo
avanzato, in presenza di uno stato conservativo dei materiali pessimo e, anche in quelle che, pur
essendo in discrete condizioni saranno di sostegno ad altre strutture malmesse; fermo restando che
non sia previsto un preventivo generale quanto accurato restauro delle strutture. Le sezioni delle
architravi dovranno essere scelte calcolando le sollecitazioni a flessione e taglio e le frecce di
inflessione di due unità accoppiate, i vincoli di estremità dovranno essere considerati come semplici
appoggi.
In presenza di murature di elevato spessore con possibilità di caduta di materiale intermedio fra i
paramenti sostenuti dalle travi potranno essere messi in opera, previa esecuzione di fori subito sopra
l'estradosso delle stesse, dei monconi di profilati ad "U" appoggiati sulle ali superiori delle travi e
riempiendo i vuoti con malta a ritiro controllato.

[1] *In caso di lavori in economia previsti sin dall'origine sopprimere la parola* «Eventuali»*.*

[2] *In caso di interventi semplici non rientranti tra i casi di cui all'articolo 3, comma 1, lettera l), del Regolamento generale, sopprimere le parole* «e Piano di qualità»*.*

[3] *In caso di lavori in economia previsti sin dall'origine sopprimere la parola* «Eventuali»*.*

[4] *Per cantieri di cui all'art. 90, comma 3, del decreto n. 81 del 2008, sopprimere la parola* «/ sostitutivo»*; per cantieri non rientranti tra le fattispecie di cui all'art. 90, comma 3, sopprimere la parola* «e di coordinamento / »*.*

[5] *Indicare, a seconda dei casi,* «delle strutture e relativi calcoli, degli impianti tecnologici e relativi calcoli, delle relazioni geologiche»*, o altre indicazioni essenziali.*

[6] *Sopprimere, a seconda del caso, la parole* «generali» *oppure* «specializzate»*.*

[7] *Completare con l'acronimo pertinente e la declaratoria sintetica delle opere generali (serie OG) o specializzate (serie OS).*

[8] *Sopprimere in tutto o in parte e ridenominare le lettere adattando la disciplina al caso specifico.*

[9] *Eventuali categorie scorporabili di cui all'articolo 107, comma 2, del Regolamento generale (OG11, OG12, OS2-A, OS2-B, OS3, OS4, OS5, OS8, OS11, OS12-A, OS13, OS14, OS18-A, OS18-B, OS20-A, OS20-B, OS21, OS22, OS25, OS27, OS28, OS29, OS30, OS34), di importo superiore al 10% ma non superiore al 15% dell'importo totale dell'appalto, nonché eventuali categorie scorporabili OG e altre categorie scorporabili a qualificazione obbligatoria (OS9, OS10, OS12-B, OS15, OS16, OS17, OS19, OS24, OS31, OS33, OS35), di importo superiore al 10% dell'importo totale dell'appalto.*

[10] *Se non ricorre la fattispecie di cui alla lettera a), sopprimere le parole* «diversi da quelli di cui alla precedente lettera a),».

[11] *Nel solo caso di procedura negoziata sopprimere le parole* «nel bando di gara»*, in ogni altro caso sopprimere le parole* «nella lettera di invito»*.*

[12] *La suddivisione in sottocategorie di alcune parti di lavorazioni è facoltativa, in tal caso la somma delle percentuali delle sottocategorie deve essere pari all'aliquota della categoria che le assorbe.*

[13] *Indicare nella colonna della % l'incidenza delle singole categorie omogenee di lavori.*

[14] *In caso di lavori in economia previsti sin dall'origine sopprimere la parola* «Eventuali»*.*

[15] *Integrare o semplificare in funzione dello specifico intervento.*

[16] *Cancellare le parole* «, oppure la perdita di finanziamenti comunitari» *per lavori che non sono assistiti dai finanziamenti comunitari.*

[17] *Cancellare le parole* «/di regolare esecuzione» *per lavori soggetti a collaudo, cancellare le parole* «di collaudo provvisorio/» *per lavori non soggetti a collaudo.*

[18] *Se non vi è apprezzabile interesse, da parte della Stazione appaltante, ad una ultimazione anticipata del lavoro, cancellare le parole* «Premio di accelerazione» *nonché il comma 8 dell'articolo.*

[19] *Completare con la misura compresa tra lo 0,3 per mille e l'1 per mille.*

[20] *Cancellare le parole* «/di regolare esecuzione» *per lavori soggetti a collaudo, cancellare le parole* «di collaudo provvisorio/» *per lavori non soggetti a collaudo.*

[21] *Cancellare il comma se non ricorre la fattispecie.*

[22] *In caso di interventi semplici non rientranti tra i casi di cui all'articolo 3, comma 1, lettera l), del Regolamento generale, sopprimere le parole* «e Piano di qualità»*.*

[23] *Non esiste un termine vincolante, si consiglia un termine di 30 giorni.*

[24] *Articolo 43, comma 10, Regolamento generale.*

[25] *In caso di interventi semplici non rientranti tra i casi di cui all'articolo 3, comma 1, lettera l), del Regolamento generale, sopprimere il comma 4.*

[26] *Indicare un termine congruo la cui violazione comporti la risoluzione del contratto quale violazione di clausola essenziale.*

[27] *In caso di lavori in economia previsti sin dall'origine sopprimere la parola* «Eventuali»*.*

[28] *In genere fissare una percentuale in relazione all'importo complessivo dei lavori e al tempo contrattuale di ultimazione; in genere utilizzare una percentuale tra il 20 e il 25 per cento dei lavori; aumentabile per importi e tempi di esecuzione modesti, riducibile per importi e tempi rilevanti.*

[29] *Fissare una percentuale tra il 5% e il 20%.*

[30] *Termine non stabilito da norme regolamentari; si consiglia un termine non superiore a 15/45 giorni, a seconda della complessità e della consistenza del medesimo conto finale.*

[31] *Non più di 30 giorni ai sensi dell'articolo 174 del Regolamento generale. Si consiglia un termine più breve (es. 15 giorni).*

[32] *Completare con un termine espresso in giorni non inferiore a 30 e non superiore a 60 (art. 4, comma 2, d.lgs. n. 231 del 2002, prevalente sull'art. 144, commi 2 e 4, del d.P.R. n. 207 del 2010).*

[33] *Cancellare le parole* «/di regolare esecuzione» *per lavori soggetti a collaudo, cancellare le parole* «di collaudo provvisorio/» *per lavori non soggetti a collaudo.*

[34] *Cancellare le parole* «/di regolare esecuzione» *per lavori soggetti a collaudo, cancellare le parole* «di collaudo provvisorio/» *per lavori non soggetti a collaudo.*

[35] *In realtà la misura percentuale potrebbe essere minore, in relazione all'art. 5, comma 1, del decreto legislativo n. 231 del 2002, purché non sia iniquo nei confronti del creditore, pena la nullità della clausola; si suggerisce comunque di lasciare la maggiorazione prevista.*

[36] *Fino al 31 dicembre 2015, completare con* «15% (quindici per cento)»*, dopo tale data completare con* «1/4 (un quarto)»*.*

[37] *Cancellare le parole* «/di regolare esecuzione» *per lavori soggetti a collaudo, cancellare le parole* «di collaudo provvisorio/» *per lavori non soggetti a collaudo.*

[38] *In caso di procedura aperta sopprimere le parole* «/ alla lettera di invito»; *in caso di procedura ristretta o di procedura negoziata sopprimere le parole* «al bando di gara e al disciplinare di gara»*.*

[39] *Dopo l'adozione dei nuovi schemi tipo di cui all'articolo 252, comma 6, del d.lgs. n. 163 del 2006, sostituire i riferimenti al d.m. n. 123 del 2004 con i riferimenti al nuovo decreto ministeriale.*

[40] *Dopo l'adozione dei nuovi schemi tipo di cui all'articolo 252, comma 6, del d.lgs. n. 163 del 2006, sostituire i riferimenti al d.m. n. 123 del 2004 con i riferimenti al nuovo decreto ministeriale.*

[41] *Ai sensi dell'articolo 75, comma 4, del d.lgs. n. 163 del 2006; dopo l'adozione dei nuovi schemi tipo di cui all'articolo 252, comma 6, del d.lgs. n. 163 del 2006, sopprimere le parole* «, integrata dalla clausola esplicita di rinuncia all'eccezione di cui all'articolo 1957, comma 2, del codice civile» *.*

[42] *Dopo l'adozione dei nuovi schemi tipo di cui all'articolo 252, comma 6, del d.lgs. n. 163 del 2006, sostituire i riferimenti al d.m. n. 123 del 2004 con i riferimenti al nuovo decreto ministeriale.*

[43] *Dopo l'adozione dei nuovi schemi tipo di cui all'articolo 252, comma 6, del d.lgs. n. 163 del 2006, sostituire i riferimenti al d.m. n. 123 del 2004 con i riferimenti al nuovo decreto ministeriale.*

[44] *Ai sensi dell'articolo 75, comma 4, del d.lgs. n. 163 del 2006; dopo l'adozione dei nuovi schemi tipo di cui all'articolo 252, comma 6, del d.lgs. n. 163 del 2006, sopprimere le parole* «, integrata dalla clausola esplicita di rinuncia all'eccezione di cui all'articolo 1957, comma 2, del codice civile» *.*

[45] *Cancellare le parole* «/di regolare esecuzione» *per lavori soggetti a collaudo, cancellare le parole* «di collaudo provvisorio/» *per lavori non soggetti a collaudo.*

[46] *Sopprimere le parole* «L'impresa ausiliaria deve essere in possesso del predetto requisito solo in relazione all'obbligo di cui all'articolo 63, comma 3, del Regolamento generale» *in caso di appalti di importo inferiore a 619.748 euro.*

[47] *Cancellare le parole* «/di regolare esecuzione» *per lavori soggetti a collaudo, cancellare le parole* «di collaudo provvisorio/» *per lavori non soggetti a collaudo.*

[48] *Cancellare le parole* «/di regolare esecuzione» *per lavori soggetti a collaudo, cancellare le parole* «di collaudo provvisorio/» *per lavori non soggetti a collaudo.*

[49] *Cancellare le parole* «/di regolare esecuzione» *per lavori soggetti a collaudo, cancellare le parole* «di collaudo provvisorio/» *per lavori non soggetti a collaudo.*

[50] *Dopo l'adozione dei nuovi schemi tipo di cui all'articolo 252, comma 6, del d.lgs. n. 163 del 2006, sostituire i riferimenti al d.m. n. 123 del 2004 con i riferimenti al nuovo decreto ministeriale.*

[51] *Con adeguata motivazione, ai sensi dell'articolo 125, comma 1, del Regolamento generale, può essere prevista una somma superiore all'importo del contratto.*

[52] *Gli importi delle partite 2) e 3) sono da prevedere in relazione ai rischi e alla complessità del lavoro ecc.*

[53] *Importo pari al 5 per cento della somma assicurata per le opere di cui al comma 3, lettera a), con un minimo di 500 mila euro e un massimo di 5 milioni di euro.*

[54] *Anche per questa copertura assicurativa sono ammessi scoperti o franchigie ma tale circostanza è irrilevante per la Stazione appaltante in quanto l'importo deve essere liquidato per intero dall'assicurazione la quale avrà diritto alla ripetizione sull'appaltatore dell'importo della franchigia o dello scoperto.*

[55] *Completare con l'indicazione del periodo di manutenzione, che non può essere superiore a 24 mesi.*

[56] *Cancellare le parole* «/di regolare esecuzione» *per lavori soggetti a collaudo, cancellare le parole* «di collaudo provvisorio/» *per lavori non soggetti a collaudo.*

[57] *Dopo l'adozione dei nuovi schemi tipo di cui all'articolo 252, comma 6, del d.lgs. n. 163 del 2006, sostituire i riferimenti al d.m. n. 123 del 2004 con i riferimenti al nuovo decreto ministeriale.*

[58] *Completare con le parole* «10»*, oppure* «5» *(valore percentuale) a seconda che si tratti, rispettivamente, di lavori di recupero, ristrutturazione, manutenzione o restauro, oppure di altri lavori.*

[59] *In caso di lavori in economia non previsti sin dall'origine sopprimere le parole* «previsti dal contratto»*.*

[60] *In caso di lavori in economia non previsti sin dall'origine sopprimere le parole* «previsti dal contratto»*.*

[61] *Cancellare le parole* «e comunque prima della redazione del verbale di consegna dei lavori se questi sono iniziati nelle more della stipula del contratto» *se tale fattispecie non è prevista.*

[62] *In caso di Stazione appaltante amministrazione pubblica cancellare le parole* «il DURC in originale»*, in caso di Stazione appaltante diversa da amministrazione pubblica cancellare le parole* «i dati necessari all'acquisizione d'ufficio del DURC».

[63] *Per cantieri di cui all'art. 90, comma 3, del decreto n. 81 del 2008, sopprimere la parola* «/ sostitutivo»*; per cantieri non rientranti tra le fattispecie di cui all'art. 90, comma 3, sopprimere la parola* «e di coordinamento / »*.*

[64] *Per cantieri di cui all'art. 90, comma 3, del decreto n. 81 del 2008, sopprimere la parola* «/ sostitutivo»*; per cantieri non rientranti tra le fattispecie di cui all'art. 90, comma 3, sopprimere la parola* «e di coordinamento / »*.*

[65] *Per cantieri di cui all'art. 90, comma 3, del decreto n. 81 del 2008, sopprimere la parola* «/ sostitutivo»*; per cantieri non rientranti tra le fattispecie di cui all'art. 90, comma 3, sopprimere la parola* «e di coordinamento / »*.*

[66] *In caso di lavori affidati con procedura negoziata ai sensi dell'articolo 122, comma 7, del Codice dei contratti, sostituire le parole* «30% (trenta per cento)»*, con le parole* «20% (venti per cento)»*.*

[67] *Sopprimere in tutto o in parte e ridenominare le lettere adattando la disciplina al caso specifico in coerenza con l'impostazione dell'articolo 4, comma 2.*

[68] *Qualora vi sia una sola categoria rientrante in tale fattispecie, sopprimere le parole «*, dell'importo di ciascuna categoria»*.*

[69] *Qualora vi sia una sola categoria rientrante in tale fattispecie, sopprimere le parole «*per i lavori della stessa categoria»*.*

[70] *Sopprimere la parte che non interessa, tra le opzioni «concorre / non concorre» a seconda dell'interpretazione data all'articolo 118, commi 1 e 2, del Codice dei contratti.*

[71] *Nel caso di appalto di lavori di importo inferiore a 150.000 euro sostituire le parole* «in relazione alla categoria e all'importo dei lavori»*, con le parole* «in relazione ai lavori»*, a seconda del caso.*

[72] *Per sub-contratti di importo inferiore a 5.000.000 di euro sopprimere le parole* «comunicazione antimafia /» *, per sub-contratti di importo pari o superiore a 5.000.000 di euro sopprimere le parole* «/ comunicazione antimafia».

[73] *Completare con gli acronimi delle categorie ricorrenti nel caso di specie, tra quelle ammesse (OS 4, OS 5, OS 13, OS 18-A e/o OS 18-B). Sopprimere il periodo se non è prevista alcuna delle predette categorie.*

[74] *L'opzione dell'eventuale pagamento diretto dei subappaltatori va evidenziata nel bando di gara (procedura aperta) o nella lettera di invito (procedura ristretta), ai sensi dell'articolo 118, comma 3, del Codice dei contratti.*

[75] *Articolo 15 della legge n. 180 del 2010.*

[76] *Articolo 13, comma 2, lettera a), della legge n. 180 del 2010.*

[77] *Cancellare le parole* «/di regolare esecuzione» *per lavori soggetti a collaudo, cancellare le parole* «di collaudo /» *per lavori non soggetti a collaudo.*

[78] *Cancellare le parole* «/di regolare esecuzione» *per lavori soggetti a collaudo, cancellare le parole* «di collaudo /» *per lavori non soggetti a collaudo.*

[79] *Cancellare le parole* «/di regolare esecuzione» *per lavori soggetti a collaudo, cancellare le parole* «di collaudo provvisorio/» *per lavori non soggetti a collaudo.*

[80] *Cancellare le parole* «/di regolare esecuzione» *per lavori soggetti a collaudo, cancellare le parole* «di collaudo provvisorio/» *per lavori non soggetti a collaudo.*

[81] *Completare di norma con* «Allegato III»*; in caso di appalto di importo inferiore alla soglia comunitaria, sempre che la Stazione appaltante non sia una centrale di committenza, è possibile completare con* «Allegato II»*.*

[82] *Cancellare la parte che non interessa se non sono previsti scavi o demolizioni.*

[83] *Principio inderogabile. Le fattispecie di cui ai commi 2 e 3 possono essere ulteriormente distinte, nel senso che alcuni materiali di scavo potrebbero essere mantenuti nella disponibilità della Stazione appaltante (es. terreno di coltivo per la formazione di giardini) ed altri ceduti convenzionalmente all'appaltatore (es. ghiaia). Lo stesso dicasi per le demolizioni, distinguibili tra quelle riutilizzabili e quelle che non rivestono alcun interesse diretto per la Stazione appaltante.*

[84] *Verificare l'assenza dell'obbligo di utilizzo di materiali riciclati.*