



COMUNE DI PAVIA
SETTORE LAVORI PUBBLICI
PROGETTI E DIREZIONE LAVORI PUBBLICI

PIANO PER LE CITTA'

INTERVENTO DI VALORIZZAZIONE E RIQUALIFICAZIONE DEL
COMPLESSO MONUMENTALE DEL MONASTERO DI SANTA
CLARA, EX CASERMA CALCHI, PER LA CREAZIONE DI UN POLO
CULTURALE, COMMERCIALE E TERZIARIO

**RESTAURO CHIESA SUD-OVEST E RECUPERO PARZIALE ALA
SUD, RESTAURO FACCIAE DEL CHIOSTRO INTERNO;
STRUTTURE FISSE DI COMPLETAMENTO, SISTEMI DI
ARCHIVIAZIONE E PARETI ATTREZZATE**

PROGETTO DEFINITIVO

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

ELAB. N.

A05

Nome file:

Scala:

Data:

FEBBRAIO 2016

PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA:

Arch. Silvia Canevari
Ufficio Tecnico Settore Lavori Pubblici

COLLABORAZIONE PROGETTAZIONE
ARCHITETTONICA:

Arch. Massimo Giuliani
Studio BCG Associati - Pavia

PROGETTAZIONE STRUTTURALE:

Ing. Enrico Cobianchi
con studio in Milano p.zza Arcole, 4

PROGETTAZIONE OPERE
IMPIANTISTICHE:

S.T.AR.IN. s.r.l.
Studio di Ingegneria - Voghera

Settore Lavori Pubblici
Via Scopoli, 1 - 27100 PAVIA

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO E
DIRIGENTE DEL SETTORE

Ing. Francesco GRECCHI

INDICE

PARTE PRIMA DEFINIZIONE TECNICA ED ECONOMICA DELL'APPALTO

PARTE PRIMA	1
<i>Art. 1 - OGGETTO DELL'APPALTO</i>	4
<i>Art. 2- AMMONTARE DELL'APPALTO</i>	4
<i>Art. 3 - MODALITA' DI STIPULAZIONE DEL CONTRATTO</i>	4
<i>Art. 4 - CATEGORIA PREVALENTE, CATEGORIE SCORPORABILI E SUBAPPALTABILI</i>	5
<i>Art. 5- GRUPPI DI LAVORAZIONI OMOGENEE, CATEGORIE CONTABILI</i>	5
<i>Art. 6 - DESCRIZIONE SOMMARIA DELLE OPERE</i>	6
<i>Art. 7 - FORMA E PRINCIPALI DIMENSIONI DELLE OPERE</i>	6
<i>Art. 8 - CONOSCENZA DELLE NORME DI APPALTO</i>	6
<i>Art. 9 - OSSERVANZA DEL CAPITOLATO GENERALE, DI LEGGI E REGOLAMENTI</i>	7
<i>Art. 10 - AFFIDAMENTO DEI LAVORI</i>	7
<i>Art. 11 - STIPULAZIONE DEL CONTRATTO</i>	7
<i>Art. 12 – TERMINI PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA</i>	7
<i>Art. 13 – RITARDO NELLA PROGETTAZIONE ESECUTIVA</i>	8
<i>Art. 14 – APPROVAZIONE DELLA PROGETTAZIONE ESECUTIVA</i>	8
<i>Art. 15 – INDEROGABILITA' DEI TERMINI DI PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE</i>	8
<i>Art. 16 - DOCUMENTI CHE FANNO PARTE DEL CONTRATTO</i>	9
<i>Art. 17 - DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA</i>	10
17/a Norme di sicurezza generali.....	10
17/b Sicurezza sul luogo di lavoro.....	10
17/c Piani di sicurezza	10
17/d Piano operativo di sicurezza	10
17/e Osservanza e attuazione dei piani di sicurezza	11

<i>Art. 18 - DOMICILIO DELL'APPALTATORE</i>	<i>11</i>
<i>Art. 19 - DISCIPLINA DEL SUB-APPALTO</i>	<i>11</i>
19/a Subappalto	11
19/b Responsabilità in materia di subappalto.....	13
19/c Pagamento dei subappaltatori e subaffidatari	13
<i>Art 20 - RESPONSABILITÀ ED ADEMPIMENTI DELL'APPALTATORE</i>	<i>13</i>
<i>Art. 21 - ESECUZIONE D'UFFICIO DEI LAVORI - RESCISSIONE E RISOLUZIONE DEL CONTRATTO</i>	<i>13</i>
<i>Art. 22 - DANNI DI FORZA MAGGIORE</i>	<i>14</i>
<i>Art. 23 – ANTICIPAZIONE DELL'APPALTATORE</i>	<i>14</i>
<i>Art. 24 - CAUZIONI PROVVISORIA</i>	<i>14</i>
<i>Art. 25 - CAUZIONE DEFINITIVA</i>	<i>14</i>
<i>Art. 26 - ASSICURAZIONI A CARICO DELL'IMPRESA</i>	<i>15</i>
<i>Art. 27 - ASSICURAZIONE DELLA PROGETTAZIONE ESECUTIVA</i>	<i>15</i>
<i>Art. 28- CONTROVERSIE</i>	<i>16</i>
<i>Art. 29 - ELENCO DEI DISEGNI ALLEGATI AL CONTRATTO</i>	<i>16</i>
<i>Art. 30 - VARIAZIONE DELLE OPERE PROGETTATE - VARIANTI IN CORSO D'OPERA (PERIZIE DI VARIANTE E SUPPLETIVE)</i>	<i>16</i>
<i>Art. 31 - LAVORI EVENTUALI NON PREVISTI</i>	<i>16</i>
<i>Art. 32 - LAVORI DIVERSI NON SPECIFICATI</i>	<i>16</i>
<i>Art. 33 - ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI</i>	<i>16</i>
<i>Art. 34 - DURATA GIORNALIERA DEI LAVORI, LAVORO STRAORDINARIO E NOTTURNO</i>	<i>17</i>
<i>Art. 35 - CONSEGNA DEI LAVORI</i>	<i>17</i>
<i>Art. 36 - DIREZIONE DEI LAVORI DA PARTE DELLA STAZIONE APPALTANTE</i>	<i>17</i>
<i>Art. 37 - TEMPO UTILE PER L'ULTIMAZIONE DEI LAVORI</i>	<i>17</i>
<i>Art. 38 - RAPPRESENTANTE DELL'APPALTATORE SUI LAVORI</i>	<i>18</i>
<i>Art. 39 - APPROVVIGIONAMENTO DEI MATERIALI - CUSTODIA DEI CANTIERI.</i>	<i>18</i>

<i>Art. 40 – PAGAMENTO DEL CORRISPETTIVO PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA</i>	19
<i>Art. 41 - PAGAMENTI IN ACCONTO</i>	19
<i>Art. 42 - CONTO FINALE</i>	19
<i>Art. 43 - ONERI ED OBBLIGHI DIVERSI A CARICO DELL'APPALTATORE</i>	20
<i>Art. 44 - RINVENIMENTI</i>	21
<i>Art. 45 - BREVETTI D'INVENZIONE.</i>	21
<i>Art. 46 -- NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI</i>	21
<i>Art. - 47 DISPOSIZIONI DI ULTIMAZIONE</i>	21
47/a Ultimazione dei lavori e gratuita manutenzione.....	21
47/b Termini per il collaudo/l'accertamento della regolare esecuzione.....	22
47/c Presa in consegna dei lavori ultimati.....	22
<i>Art. 48 - DISPOSIZIONI GENERALI RELATIVE AI PREZZI DEI LAVORI</i>	22
<i>Art. 49 - ELENCO PREZZI UNITARI</i>	22

Art. 1 - OGGETTO DELL'APPALTO

Ai sensi dell'articolo 53, comma 2 lettera b) del Codice dei contratti, l'appalto ha per oggetto la redazione del Progetto Esecutivo (completo di Piano di sicurezza e Coordinamento in fase progettuale) e l'Esecuzione di tutte le opere e provviste occorrenti per la realizzazione dell'Intervento di seguito descritto:

“PIANO PER LE CITTA’ – Intervento di valorizzazione e riqualificazione del complesso monumentale del monastero di Santa Clara, ex caserma Calchi, per la creazione di un polo culturale, commerciale e terziario. Restauro della chiesa sud-ovest e recupero parziale ala sud, restauro facciate del chiostro interno; strutture fisse di completamento, sistemi di archiviazione e pareti attrezzate” come descritto dagli allegati elaborati.

Art. 2- AMMONTARE DELL'APPALTO

1. L'importo dell' appalto posto a base dell'affidamento è definito come segue:

	Descrizione	Importi in euro
a)	Importo esecuzione lavori	2.322.000,00
b)	Oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza	115.000,00
	Totale lavori (a+b)	2.437.000,00
c)	Corrispettivo progettazione esecutiva	89.508,20
	IMPORTO TOTALE APPALTO (a+b+c)	2.526.508,20

2. L'importo contrattuale è costituito dalla somma dei seguenti importi:

- importo per l'esecuzione dei lavori di cui al comma 1, lettera a) al quale deve essere applicato il ribasso percentuale sul medesimo importo offerto dall'aggiudicatario in sede di gara;
- importo degli oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza di cui al comma 1, lettera b), alle condizioni di cui al comma 3;
- importo corrispettivo per la progettazione esecutiva di cui al comma 1, lettera c) alle condizioni di cui al comma 4.

3. L'importo di cui al comma 1, lettera b), relativo agli oneri per la sicurezza e la salute nel cantiere, non è soggetto ad alcun ribasso di gara, ai sensi dell'articolo 131, comma 3 del D.Lgs. 163/06 e dell'articolo 100, comma 1, del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 ed Allegato XV – punto 4.1.4 del medesimo Decreto Legislativo.

4. Sull'importo di cui al comma 2, lettera c), relativo al corrispettivo per la progettazione esecutiva (completa degli allegati di cui all'art. 33 del DPR 207/2010), sarà applicato il ribasso offerto dall'aggiudicatario in fase di gara.

Art. 3 - MODALITA' DI STIPULAZIONE DEL CONTRATTO

- Il contratto relativamente ai lavori è stipulato interamente **“a misura”** ai sensi dell'art. 53, quarto comma del D.Lgs. 163/06.
- Fermi restando i limiti di cui all'articolo 132 D.Lgs. 163/06 e le condizioni previste dal presente Capitolato speciale, l'importo del contratto può variare, in aumento o in diminuzione, in base alle quantità di lavorazioni effettivamente eseguite, giusta l'applicazione dei prezzi unitari definiti in sede contrattuale con le modalità di cui ai successivi punti del presente articolo.

3. Il ribasso percentuale offerto dall'aggiudicatario in sede di gara si intende offerto e applicato a tutti i prezzi unitari in elenco i quali, così ribassati, costituiscono i prezzi contrattuali da applicare alle singole quantità eseguite.
4. I prezzi contrattuali sono vincolanti anche per la definizione, valutazione e contabilizzazione di eventuali varianti, addizioni o detrazioni in corso d'opera, qualora ammissibili ed ordinate o autorizzate ai sensi dell'articolo 132 del D.Lgs. 163/06.
5. I rapporti ed i vincoli negoziali di cui al presente articolo si riferiscono ai lavori posti a base d'asta di cui all'articolo 2, comma 1, colonna a), mentre per gli oneri per la sicurezza e la salute nel cantiere di cui all'articolo 2, comma 1, colonna b), costituiscono vincolo negoziale i prezzi indicati a tale scopo dalla Stazione appaltante (non soggetti a ribasso) negli atti progettuali e in particolare nell'elenco dei prezzi allegati al presente capitolato speciale.

Art. 4 - CATEGORIA PREVALENTE, CATEGORIE SCORPORABILI E SUBAPPALTABILI

1. Ai sensi dell'art. 61 del D.P.R. 207/2010 e in conformità all'allegato «A» al predetto regolamento, i lavori sono classificati nella categoria prevalente di opere (OG2) «Restauro e manutenzione dei beni immobili sottoposti a tutela ai sensi delle disposizioni in materia di beni culturali e ambientali».
2. Ai sensi del combinato disposto dell'articolo 108 del D.P.R. 207/2010, dell'articolo 118 del D.Lgs. 163/06 le parti di lavoro appartenenti alla categoria diversa da quella prevalente, con i relativi importi, sono indicate nella tabella «A», allegata al presente capitolato quale parte integrante e sostanziale. Tali parti di lavoro sono tutte scorporabili e, a scelta dell'impresa, subappaltabili, alle condizioni di legge e del presente capitolato speciale, con i limiti e le prescrizioni di cui ai commi successivi.
3. I lavori appartenenti alla categoria specializzata (OS30) dell'allegato «A» del D.P.R. 207/2010, diversa da quella prevalente, per il quale lo stesso allegato «A» prescrive la «qualificazione obbligatoria», possono essere realizzati dall'appaltatore solo se in possesso dei requisiti di qualificazione per la relativa categoria; in caso contrario devono essere realizzati da un'impresa mandante qualora l'appaltatore sia un'associazione temporanea di tipo verticale, I predetti lavori, con i relativi importi, sono individuati con il numero 2 nella tabella «A» allegata al presente capitolato speciale.
Ai sensi dell'articolo 37, comma 11, del Codice dei contratti, le lavorazioni che costituiscono strutture, impianti e opere speciali elencate nel DL n. 47 2014 all'articolo 2, di importo superiore al 15% (quindici per cento) dell'importo dell'appalto, possono essere eseguite dall'appaltatore, eventualmente in raggruppamento temporaneo o consorzio ordinario costituiti a tale scopo, solo se qualificato mediante il possesso dei requisiti con una delle seguenti modalità:
 - a) attestazione SOA in classifica idonea in relazione all'importo integrale della categoria scorporabile, con facoltà di subappaltarne una quota non superiore al 30% (trenta per cento) e il divieto di subappalto della parte rimanente;
 - b) attestazione SOA in classifica idonea in relazione all'importo almeno pari al 70% (settanta per cento) dell'importo della categoria scorporabile, con l'obbligo di subappaltare la parte per la quale non è posseduta la qualificazione, comunque non superiore al 30% (trenta per cento); l'importo per il quale non è posseduta la qualificazione e che deve essere obbligatoriamente subappaltato concorre alla qualificazione nella categoria prevalente sommandosi all'importo di cui al comma 2, ai sensi dell'articolo 92, comma 1, ultimo periodo, del Regolamento generale.

Art. 5- GRUPPI DI LAVORAZIONI OMOGENEE, CATEGORIE CONTABILI

1. I gruppi di lavorazioni omogenee di cui all'articolo 132 del D.Lgs. 163/06, articolo 43, commi 6, 7 e 8 del DPR 207/2010, sono indicate nella tabella «B», allegata allo stesso capitolato speciale quale parte integrante e sostanziale.

Art. 6 - DESCRIZIONE SOMMARIA DELLE OPERE

Le opere che formano oggetto dell'appalto possono riassumersi come appresso, salvo più precise indicazioni che all'atto esecutivo potranno essere impartite dalla Direzione Lavori. Indicazioni più puntuali sono riportate negli elaborati di progetto allegati.

Il presente progetto costituisce un ulteriore lotto di un intervento di restauro del complesso monastico denominato Santa Chiara e si occupa del restauro della porzione sud composta dalla chiesa per esterni sud, con accesso anche da via Langosco, e alla porzione di monastero sud-ovest.

Il presente lotto di lavori, comprende una serie di interventi quali demolizioni e rimozioni, consolidamenti statici, ricorso del manto di copertura del tetto.

Piano terra

Nella porzione rimanente dell'ala sud e nel vano storicamente destinato a Chiesa per gli esterni sempre dell'ala sud troverà sede uno spazio pubblico destinato ad auditorium / sala espositiva con i relativi spazi accessori, il cui utilizzo potrà di volta in volta essere complementare o indipendente rispetto ai servizi offerti dalla biblioteca stessa.

Gli ambienti destinati a queste funzioni hanno pianta rettangolare o quadrata e presentano una copertura con volte a crociera.

Al fine di rendere usufruibile gli spazi anche in orari serali e comunque indipendentemente dagli spazi destinati a Biblioteca sono stati realizzati due servizi igienici (maschi e femmine) ad uso esclusivo della sala auditorium.

Il progetto prevede la realizzazione di vespai aerati nei locali al piano terreno.

In particolare verranno realizzati vespai aerati con altezza pari a 40 cm mediante l'utilizzo di casseri a perdere in materiale plastico (vespai tipo "Igloo") nei seguenti locali:

- Auditorium (locale T41)
- Servizi igienici (locale T33)
- Locale UTA (locale T34).

Nel locale destinato a sala lettura e individuato nella planimetria con la sigla T35 non verrà realizzato il vespai aerato tipo "igloo" in quanto poggia su un locale sotterraneo attualmente interrato. Il progetto prevede lo sgombero della terra e delle macerie presenti nel locale. Tale locale interrato non verrà utilizzato per nessuna funzione e di fatto diventerà assolverà alle funzioni di vespai aerato.

Piano primo

Il progetto prevede la demolizione delle tramezzature esistenti al fine di ritrovare lo spazio originario necessario ai fini della funzioni che saranno individuate; è prevista inoltre l'eliminazione del controsoffitto in cannicciato intonacato e il restauro del soffitto ligneo da consolidare e integrare nelle parti ammalorate come in seguito specificato, unitamente a sabbiatura, trattamenti antifungini e di finitura.

Il tutto come meglio specificato nelle tavole di progetto elencate all'articolo 29 del presente capitolato e come meglio descritte nella relazione illustrativa (tav. A01).

Art. 7 - FORMA E PRINCIPALI DIMENSIONI DELLE OPERE

La forma e le principali dimensioni delle opere che formano oggetto dell'appalto risultano dal progetto, dai disegni allegati al contratto, dagli elaborati e dalle specifiche tecniche, oltre che dal presente Capitolato Speciale d'Appalto, salvo quanto verrà meglio precisato all'atto esecutivo dalla D.L.

Art. 8 - CONOSCENZA DELLE NORME DI APPALTO

Ai sensi di quanto previsto dall'art. 106, comma 2, del D.P.R., n. 207/2010 l'Appaltatore è tenuto a presentare a corredo dell'offerta una dichiarazione con la quali attesti di avere direttamente o con delega a personale dipendente esaminato tutti gli elaborati progettuali, compreso il computo metrico estimativo, di essersi recati sul luogo di esecuzione dei lavori, di avere preso conoscenza delle condizioni locali, della viabilità di accesso, di aver verificato le capacità e le disponibilità, compatibili con i tempi di esecuzione previsti, delle cave eventualmente necessarie e delle discariche autorizzate, nonché di tutte le circostanze generali e particolari suscettibili di influire sulla determinazione dei prezzi, sulle condizioni contrattuali e sull'esecuzione dei lavori e di aver giudicato i lavori stessi realizzabili, gli elaborati progettuali adeguati ed i prezzi nel loro complesso remunerativi e tali da consentire il ribasso offerto. La stessa dichiarazione deve contenere altresì l'attestazione di avere effettuato una verifica della disponibilità della mano d'opera necessaria per l'esecuzione dei lavori nonché della disponibilità di attrezzature adeguate all'entità e alla tipologia e categoria dei lavori in appalto.

Art. 9 - OSSERVANZA DEL CAPITOLATO GENERALE, DI LEGGI E REGOLAMENTI

L'Appalto è assoggettato all'osservanza delle disposizioni tutte vigenti in materia di LL.PP., ed in particolare:

- del D.Lgs. 12/4/2006, n.163
- Art. 8 della legge 18/10/42, n.1460 come modificato dalla citata legge 109 del 1994 e successive modifiche ed integrazioni;
- D.P.R. 05.10.2010, n. 207 (Regolamento di attuazione del D.Lgs. 12/4/2006, n.163);
- D.M. 19.04.2000, n. 145 (Regolamento recante il Capitolato Generale d'Appalto dei LL.PP. per la parte non abrogata dal D.P.R. 05.10.2010, n. 207);
- R.D.18.11.1923, n. 2440;
- R.D. 23.05.1924, n. 827;
- L. 19.03.1990, n. 55 per la parte non abrogata dall' art. 256 del D.Lgs. 163/06
- D.Lgs. 09/04/2008, n. 81 e successive modifiche ed integrazioni.

Nell'esecuzione dei lavori dovranno essere rispettate le norme tecniche dettate dalla scienza delle costruzioni affinché l'opera sia realizzata a regola d'arte , da leggi, regolamenti e circolari vigenti.

Art. 10 - AFFIDAMENTO DEI LAVORI

L'affidamento dei lavori oggetto del presente appalto, avverrà in base a quanto stabilito nel bando di gara cui le ditte dovranno attenersi relativamente a tutte le disposizioni in essa contenute, alla legislazione vigente e a quanto espressamente indicato nel presente Capitolato.

Art. 11 - STIPULAZIONE DEL CONTRATTO

La stipulazione del contratto d'appalto avverrà in base alla comunicazione all'impresa aggiudicataria dell'avvenuta predisposizione del contratto stesso e con l'indicazione del termine ultimo, avente carattere perentorio, fissato per la stipula.

Nel contratto sarà dato atto che l'impresa dichiara di aver preso conoscenza di tutte le norme previste nel presente Capitolato speciale.

Se l'aggiudicatario non stipula il contratto definitivo nel termine stabilito, senza addurre valida motivazione la Stazione appaltante avrà piena facoltà di annullare l'aggiudicazione, di incamerare la cauzione definitiva e di intraprendere richiesta di risarcimento dei danni arrecati all'Ente.

Art. 12 – TERMINI PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA

Fermo restando quanto previsto dall'art. 169 del d.P.R. 207/2010 dopo la stipula del contratto il R.U.P. ordina all'appaltatore, con apposito provvedimento, di dare immediatamente inizio alla progettazione esecutiva. In applicazione analogica degli articoli 153, comma 1, secondo periodo e comma 4 del d.P.R. 207/2010 e dell'articolo 11, comma 9, periodi terzo e quarto, e comma 12, del Codice dei contratti, il R.U.P. in caso di urgenza può emettere il predetto provvedimento anche prima della stipula del contratto qualora il mancato avvio della progettazione determini un grave danno all'interesse pubblico che l'opera appaltata è destinata a soddisfare in tal caso nell'ordine di servizio sono indicate espressamente le motivazioni che giustificano l'immediato avvio della progettazione.

La progettazione esecutiva deve essere redatta e consegnata alla Stazione appaltante entro il termine perentorio di **45 (quarantacinque)** giorni dal provvedimento di cui al comma 1.

Durante la progettazione esecutiva il progettista deve coordinarsi con il soggetto o l'organo di verifica di cui all'articolo 112 del Codice dei contratti, mediante confronti costanti in modo da minimizzare i rischi di verifica negativa. Il progettista deve altresì, coordinarsi con il soggetto titolare della progettazione definitiva posta a base di gara e il coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione, al fine di redigere la progettazione esecutiva nel modo più coerente e conforme possibile agli atti progettuali posti a base di gara.

La progettazione esecutiva dovrà porre particolare attenzione alla scelta di soluzioni che consentano di ottenere risparmi in termini di consumi energetici (in fase di gestione dell'opera).

Si specifica che il Progetto esecutivo sarà soggetta al processo di verifica (a mezzo di soggetto scelto e retribuito dalla Stazione Appaltante) ai sensi dell'art. 112 del Dlgs 163 /06 ai fini della validazione del RUP.

Il progetto redatto dovrà essere corredato di ogni necessaria autorizzazione, a titolo esemplificativo ma non esaustivo, Soprintendenza, VVF, ASL.

Relativamente al progetto definitivo messo a disposizione della Stazione Appaltante si segnala che le tavole relative allo stato di fatto contengono la situazione rilevata al dicembre 2014. Prima di procedere alla progettazione esecutiva il progettista avrà l'obbligo della verifica dello stato di fatto con particolare riguardo all'omogeneizzazione delle lavorazioni in progetto rispetto a quelle già esistenti ed eseguite nel lotto limitrofo (ad esempio pavimenti in ciottolo, serramenti ecc.).

Art. 13 – RITARDO NELLA PROGETTAZIONE ESECUTIVA

Nel caso di mancato rispetto del termine per la consegna del progetto esecutivo previsto dall'articolo 12, per ogni giorno naturale consecutivo di ritardo viene applicata una penale pari allo uno per mille dell'importo contrattuale complessivo. L'eventuale ritardo dell'appaltatore rispetto ai termini per la presentazione della progettazione esecutiva superiore a 30 (trenta) giorni naturali e consecutivi, produce la risoluzione del contratto, a discrezione della Stazione appaltante e senza obbligo di ulteriore motivazione ai sensi dell'art. 136 del Codice dei Contratti, per grave inadempimento dell'appaltatore, senza necessità

di messa in mora, diffida o altro adempimento, con escussione della fidejussione e salvo ulteriore rivalsa per danni conseguenti alle operazioni di riaffidamento o perdita del finanziamento in relazione a termini fissati dalla convenzione col Ministero.

Art. 14 – APPROVAZIONE DELLA PROGETTAZIONE ESECUTIVA

La progettazione esecutiva, una volta acquisita sulla stessa la validazione da parte del RUP, dovrà essere approvata dalla Stazione Appaltante entro 60 giorni dalla consegna degli elaborati progettuali da parte dell'aggiudicatario.

Il provvedimento di approvazione del progetto esecutivo verrà comunicato tempestivamente all'appaltatore a cura del R.U.P.

Se la progettazione esecutiva redatta a cura dell'appaltatore non è ritenuta meritevole di approvazione, il contratto è risolto per inadempimento dell'appaltatore medesimo ai sensi dell'articolo 136 del Codice dei contratti con escussione della fidejussione e salvo ulteriore rivalsa per danni conseguenti alle operazioni di riaffidamento o perdita del finanziamento in relazione a termini fissati dalla convenzione col Ministero. In tal caso nulla è dovuto all'appaltatore per le spese sostenute per la progettazione esecutiva.

Non è meritevole di approvazione la progettazione esecutiva:

- a) che si discosta dalla progettazione definitiva approvata di cui all'articolo 12, in modo da compromettere, anche parzialmente, le finalità dell'intervento, alterare l'immagine (aspetto), modificare arbitrariamente i materiali e/o le finiture, il suo costo o altri elementi significativi della stessa progettazione definitiva;
- b) in contrasto con norme di legge o di regolamento in materia edilizia, urbanistica, di sicurezza, igienico sanitaria, superamento delle barriere architettoniche o altre norme speciali;
- c) redatta in violazione di norme tecniche di settore, con particolare riguardo alle parti in sottosuolo, alle parti strutturali e a quelle impiantistiche;
- d) che, secondo le normali cognizioni tecniche dei titolari dei servizi di ingegneria e architettura, non illustra compiutamente i lavori da eseguire o li illustra in modo non idoneo alla loro immediata esecuzione;
- e) nella quale si riscontrano errori od omissioni progettuali come definite dal Codice dei contratti;
- f) che, in ogni altro caso, comporta una sua attuazione in forma diversa o in tempi diversi rispetto a quanto previsto dalla progettazione definitiva approvata di cui all'articolo 12.

Non è altresì meritevole di approvazione la progettazione esecutiva che, per ragioni imputabili ai progettisti che l'hanno redatta, non ottiene la verifica positiva ai sensi dell'articolo 112 del Codice dei contratti e degli articoli da 52 a 59 e 169, comma 9, del d.P.R. n. 207 del 2010, oppure che non ottenga i prescritti pareri, nulla-osta, autorizzazioni o altri atti di assenso comunque denominati il cui rilascio costituisce attività vincolata o, se costituisce attività connotata da discrezionalità tecnica, il mancato rilascio di tali pareri è imputabile a colpa o negligenza professionale del progettista.

Il progetto esecutivo dovrà essere redatto utilizzando l'elenco prezzi del progetto definitivo posto a base di gara eventualmente integrato con voci desunte direttamente dal Prezzario delle Opere Pubbliche della Regione Lombardia anno 2011 o qualora in esso non ricomprese supportate da adeguata analisi dei prezzi.

Art. 15 – INDEROGABILITA' DEI TERMINI DI PROGETTAZIONE ED ESECUZIONE

Non costituiscono motivo di proroga dei termini di esecuzione dell'attività di progettazione esecutiva (45 giorni):

- a) l'effettuazione di rilievi, indagini, sondaggi, accertamenti o altri adempimenti simili, che l'appaltatore o i progettisti dell'appaltatore ritenessero di dover effettuare per procedere alla progettazione esecutiva, salvo che si tratti di adempimenti imprevisi ordinati esplicitamente dal R.U.P. per i quali verrà concessa idonea proroga;

b) le eventuali controversie tra l'appaltatore e i progettisti che devono redigere o redigono la progettazione esecutiva e gli incaricati del processo di verifica.

A titolo esemplificativo e non esaustivo, 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 dal direttore dei lavori o dagli organi di vigilanza in materia sanitaria e di sicurezza, ivi compreso il coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione;
- c) il tempo necessario per l'esecuzione di prove sui campioni, di sondaggi, analisi e altre prove assimilabili;
- d) le eventuali controversie tra l'appaltatore e i fornitori, subappaltatori, affidatari, altri incaricati dall'appaltatore né i ritardi o gli inadempimenti degli stessi soggetti;
- e) le eventuali vertenze a carattere aziendale tra l'appaltatore e il proprio personale dipendente;
- f) le sospensioni disposte dalla Stazione appaltante, dal Direttore dei lavori, dal Coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione o dal R.U.P. per inosservanza delle misure di sicurezza dei lavoratori nel cantiere o inosservanza degli obblighi retributivi, contributivi, previdenziali o assistenziali nei confronti dei lavoratori impiegati nel cantiere;
- g) 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.

Non costituiscono altresì motivo di differimento dell'inizio dei lavori, della loro mancata regolare o continuativa conduzione secondo il relativo programma o della loro ritardata ultimazione i ritardi o gli inadempimenti di ditte, imprese, fornitori, tecnici o altri, titolari di rapporti contrattuali con la Stazione appaltante, se l'appaltatore non abbia tempestivamente denunciato per iscritto alla Stazione appaltante medesima le cause imputabili a dette ditte, imprese o fornitori o tecnici.

Non costituiscono altresì motivo di proroga del tempo contrattuale, gli errori e le omissioni nella progettazione esecutiva.

Art. 16 - DOCUMENTI CHE FANNO PARTE DEL CONTRATTO

Fanno parte integrante del contratto d'appalto ai sensi dell'art. 137 del DPR 207/2010 anche se non materialmente allegati:

- 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;
- il presente capitolato speciale d'appalto allegato al progetto definitivo;
- gli elaborati grafici e le relazioni del progetto definitivo il cui elenco è riportato all'art. 29 del presente Capitolato;
- l'elenco prezzi unitari del progetto definitivo;
- il Piano di sicurezza previsto dall'art. 131 del D.Lgs. 163/06 allegato al progetto definitivo;
- il cronoprogramma di cui all'art. 40 D.P.R. 207/2010.

Fanno altresì parte del contratto, gli elaborati e la quantificazione economica degli interventi migliorativi accettati dall'appaltatore o proposti dallo stesso in sede di gara.

Nel caso in cui l'impresa proponga modifiche al cronoprogramma posto a base di gara e che questo venga approvato, l'Appaltatore è obbligato a consegnare il cronoprogramma esecutivo così modificato prima della stipula del contratto al fine di allegare lo stesso al contratto in luogo del cronoprogramma redatto dalla Stazione appaltante.

Il cronoprogramma non potrà in ogni caso prevedere variazioni alle tempistiche previste per la consegna e posa degli arredi e dei corpi illuminanti del lotto già restaurato (fatto salvo che queste vengano disposte dalla Stazione Appaltante).

Art. 17 - DISPOSIZIONI IN MATERIA DI SICUREZZA

17/a 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
2. L'appaltatore è altresì obbligato ad osservare scrupolosamente le disposizioni del vigente Regolamento Locale di Igiene, per quanto attiene la gestione del cantiere.
3. L'appaltatore predispone, per tempo e secondo quanto previsto dalle vigenti disposizioni, gli appositi piani per la riduzione del rumore, in relazione al personale e alle attrezzature utilizzate.
4. L'appaltatore non può iniziare o continuare i lavori qualora sia in difetto nell'applicazione di quanto stabilito nel presente articolo.

17/b Sicurezza sul luogo di lavoro

1. L'appaltatore è obbligato a fornire alla Stazione appaltante, entro 30 giorni dall'aggiudicazione, l'indicazione dei contratti collettivi applicati ai lavoratori dipendenti e una dichiarazione in merito al rispetto degli obblighi assicurativi e previdenziali previsti dalle leggi e dai contratti in vigore.
2. L'appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela di cui all'articolo 1 del decreto legislativo n. 81/2008, nonché le disposizioni dello stesso decreto applicabili alle lavorazioni previste nel cantiere.

17/c Piani di sicurezza

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 decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81.
2. L'appaltatore deve presentare al coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione 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 proprie tecnologie ovvero 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.
3. 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.

4. Qualora il coordinatore non si pronunci entro il termine di tre 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 tre giorni lavorativi dalla presentazione delle proposte dell'appaltatore, prorogabile una sola volta di altri tre 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 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.

17/d Piano operativo di sicurezza

1. L'appaltatore, prima dell'inizio dei lavori, deve predisporre e consegnare 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 comprende il documento di valutazione dei rischi di cui agli articoli 15, 16, 17 e 18, del decreto legislativo 9 aprile 2008 n. 81 e contiene inoltre le notizie di cui all'articolo 4, commi 4 e 5 dello stesso decreto, con riferimento allo specifico cantiere.
2. Il piano operativo di sicurezza costituisce piano complementare di dettaglio del piano di sicurezza e di coordinamento di cui all'articolo 39 del DPR 207/2010, previsto dall'articolo 91, comma 1, lettera a) e dall'articolo 100, comma 1, allegato XV, del decreto legislativo n. 81 del 09/04/2008.

17/e Osservanza e attuazione dei piani di sicurezza

1. L'appaltatore è obbligato ad osservare le misure generali di tutela di cui all'articolo 1 ed art. 90- D.Lgs. 81/08, nonché al rispetto degli obblighi di cui agli artt. 15-16 e 17 del D.Lgs. 81/08.
2. I piani di sicurezza devono essere redatti in conformità alle direttive 89/391/CEE (ex D.L. 626/'94) del Consiglio, del 12 giugno 1989, 92/57/CEE (ex D.L. 494/'96) del Consiglio, del 24 giugno 1992, alla relativa normativa nazionale di recepimento, ai regolamenti di attuazione e alla migliore letteratura tecnica in materia.
3. L'impresa esecutrice è obbligata a comunicare tempestivamente prima dell'inizio dei lavori e quindi periodicamente, a richiesta del committente 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'affidatario è tenuto a curare il coordinamento di tutte le imprese operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani redatti dalle imprese subappaltatrici compatibili tra loro e coerenti con il piano presentato dall'appaltatore. In caso di associazione temporanea o di consorzio di imprese detto obbligo incombe all'impresa mandataria capogruppo. Il direttore tecnico di cantiere / Il Coordinatore in fase di esecuzione è responsabile del rispetto del piano da parte di tutte le imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori.

Il piano di sicurezza e coordinamento (quando previsto dal D.Lgs. 81/08), ovvero il Piano di sicurezza sostitutivo di cui all'art. 131, D.Lgs.163/06 nonché il piano operativo di sicurezza di cui al D.Lgs.vo 81/08, comma 1 lettera h), 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.

Per quanto non previsto al presente articolo si fa riferimento agli artt. 131 del D.Lgs.163/06 e 39 del D.P.R. 207/2010.

Art. 18 - DOMICILIO DELL'APPALTATORE

L'Appaltatore, ai sensi dell'art. 2 del D.M. 145/2000 dovrà eleggere domicilio a tutti gli effetti, prima dell'inizio dei lavori, nel luogo nel quale ha sede l'ufficio di direzione lavori: ove non abbia in tale luogo uffici propri deve eleggere domicilio presso gli uffici comunali o lo studio di un professionista o gli uffici di società legalmente riconosciuta.

Art. 19 - DISCIPLINA DEL SUB-APPALTO

19/a - Subappalto

Tutte le lavorazioni, ai sensi dall'articolo 118, del D.Lgs. 163/06 e successive modifiche ed integrazioni con riferimento alle categorie di cui all'art. 4 del presente Capitolato, a qualsiasi categoria/natura appartengano/esse siano sono scorporabili/affidabili in cottimo o subappaltabili a scelta del concorrente, come di seguito specificato:

- a) è vietato il subappalto o il subaffidamento in cottimo dei lavori appartenenti alla categoria prevalente per una quota superiore al 30 per cento in termini economici, (del 20% nel caso di affidamenti con procedura negoziata sopra € 150.00,00 ai sensi dell'art. 22, comma 7 del D.lgs 163/2006), dell'importo dei lavori della stessa categoria prevalente;
- b) i lavori delle categorie diverse da quella prevalente possono essere subappaltati o subaffidati in cottimo per la loro totalità, alle condizioni di cui al presente articolo;
- c) Qualora nell'oggetto dell'appalto o della concessione di lavori rientrino, oltre ai lavori prevalenti, opere per le quali sono necessari lavori o componenti di notevole contenuto tecnologico o di rilevante complessità tecnica, quali strutture, impianti e opere speciali, e qualora una o più di tali opere superi in valore il quindici per cento dell'importo totale dei lavori, se i soggetti affidatari non siano in grado di realizzare le predette componenti, possono utilizzare il subappalto con i limiti dettati dall'art. 118 comma 2 del D.lgs 163/06, terzo periodo; il subappalto effettuato ai sensi e con le condizioni dell'art. 37, comma 11 del D.lgs 163/06 non può essere, senza ragioni obiettive, suddiviso. In caso di subappalto la stazione appaltante provvede alla corresponsione diretta al subappaltatore dell'importo delle prestazioni eseguite dallo stesso, nei limiti del contratto di subappalto; si applica l'art. 118 comma 3 del D.lgs 163/06, ultimo periodo.

L'affidamento in subappalto o in cottimo è consentito, previa autorizzazione della Stazione appaltante, alle seguenti condizioni:

- che l'appaltatore abbia indicato all'atto dell'offerta/ovvero l'affidatario, nel caso di varianti in corso d'opera, all'atto dell'affidamento 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;
- che l'appaltatore provveda al deposito 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, unitamente alla 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 affidataria del subappalto o del cottimo; in caso di associazione temporanea, società di imprese o consorzio, analoga dichiarazione dev'essere effettuata da ciascuna delle imprese partecipanti all'associazione, società o consorzio (art.118 del D.Lgs. 163/06)
- che l'appaltatore, unitamente al deposito del contratto di subappalto presso la Stazione appaltante, ai sensi della lettera b, trasmetta alla stessa Stazione appaltante la documentazione attestante che il subappaltatore è in possesso dei requisiti prescritti dalla normativa vigente in materia di qualificazione di imprese per la partecipazione alle gare di lavori pubblici, in relazione alla categoria ed all'importo dei lavori (ovvero, alla classifica) da realizzare in subappalto o in cottimo;
- che non sussista, nei confronti del subappaltatore o dell'affidatario del cottimo, alcuno dei divieti

previsti dall'articolo 10 della legge n. 575 del 1965, e successive modificazioni; a tale scopo, qualora l'importo del contratto di subappalto sia superiore a Euro 154.937,07, l'appaltatore deve produrre alla Stazione appaltante la documentazione necessaria agli adempimenti di cui alla vigente legislazione in materia di prevenzione dei fenomeni mafiosi e lotta alla delinquenza organizzata, relativamente alle imprese subappaltatrici e cottimiste, con le modalità di cui al D.P.R. n. 252 del 1998; resta fermo che, ai sensi dell'articolo 12, comma 4, dello stesso D.P.R. n. 252 del 1998, il subappalto è vietato, a prescindere dall'importo dei relativi lavori, qualora per l'impresa subappaltatrice sia accertata una delle situazioni indicate dall'articolo 10, comma 7, del citato D.P.R. n. 252 del 1998.

Il subappalto e l'affidamento in cottimo devono essere autorizzati preventivamente dalla Stazione appaltante in seguito a richiesta scritta dell'appaltatore; l'autorizzazione è rilasciata entro 30 giorni dal ricevimento della richiesta; tale termine può essere prorogato una sola volta per non più di 30 giorni, ove ricorrano giustificati motivi; trascorso il medesimo termine, eventualmente prorogato, senza che la Stazione appaltante abbia provveduto, l'autorizzazione si intende concessa a tutti gli effetti qualora siano verificate tutte le condizioni di legge per l'affidamento del subappalto (c.8, art. 118, D.Lgs. 163/06)

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

- 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 per cento (c. 4, art. 118, D.Lgs. 163/06) l'affidatario corrisponde gli oneri della sicurezza, relativi alle prestazioni affidate in subappalto, alle imprese subappaltatrici senza alcun ribasso; la stazione appaltante, sentito il direttore dei lavori, il coordinatore della sicurezza in fase di esecuzione, ovvero il direttore dell'esecuzione, provvede alla verifica dell'effettiva applicazione della presente disposizione. L'affidatario è solidalmente responsabile con il subappaltatore degli adempimenti, da parte di questo ultimo, degli obblighi di sicurezza previsti dalla normativa vigente.
- nei cartelli esposti all'esterno del cantiere devono essere indicati anche i nominativi di tutte le imprese subappaltatrici, completi dell'indicazione della categoria dei lavori subappaltati e dell'importo dei medesimi (c. 5, art. 118, D.Lgs. 163/06);
- 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;

Le imprese subappaltatrici, per tramite dell'appaltatore, devono trasmettere alla Stazione appaltante, prima dell'inizio dei lavori, la documentazione di avvenuta denuncia agli enti previdenziali, inclusa la Cassa edile, assicurativi ed antinfortunistici; devono altresì trasmettere, a scadenza quadrimestrale, copia dei versamenti contributivi, previdenziali, assicurativi nonché di quelli dovuti agli organismi paritetici previsti dalla contrattazione collettiva (c. 6, art. 118, D.Lgs. 163/06). Ai fini del pagamento degli stati di avanzamento dei lavori o dello stato finale dei lavori, l'affidatario e, suo tramite, i subappaltatori devono essere in possesso del documento di regolarità contributiva con la prova positiva dell'avvenuto accertamento.

Le presenti disposizioni si applicano anche alle associazioni temporanee di imprese ed alle società anche consortili, quando le imprese riunite o consorziate non intendono eseguire direttamente i lavori scorporabili, nonché ai concessionari di lavori pubblici, con l'eccezione di cui all'art. 170, comma 4, del D.P.R. 207/2010.

Ai fini del presente articolo 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 100.000,00 Euro e qualora l'incidenza del costo della manodopera e del personale sia superiore al 50 per cento dell'importo del contratto [di subappalto collettiva]/da affidare (c. 11, art. 118, D.Lgs. 163/06).

Il subappaltatore non può subappaltare a sua volta i lavori salvo che per - ai sensi dell'art. 170, comma 2, del D.P.R. 207/2010 - le forniture con posa in opera di impianti e di strutture speciali di cui all'art. 107, comma 2, lettere f), g), m) o) e p), del D.P.R. 207/2010. In tali casi il fornitore o il subappaltatore, per la posa in opera o il montaggio, può avvalersi di imprese di propria fiducia per le quali non sussista alcuno dei divieti di cui dall'articolo 10 della legge n. 575 del 1965. È fatto obbligo all'appaltatore di comunicare alla Stazione appaltante, per tutti i sub-contratti, il nome del sub-contraente, l'importo del sub-contratto, l'oggetto del lavoro, servizio o fornitura affidati.

19/b Responsabilità in materia di subappalto

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

Il direttore dei lavori e il responsabile del procedimento, nonché il coordinatore per l'esecuzione in materia di sicurezza di cui all'articolo 92 del decreto legislativo n. 81/08, provvedono a verificare, ognuno per la propria competenza, il rispetto di tutte le condizioni di ammissibilità e del subappalto.

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

19/c Pagamento dei subappaltatori e subaffidatari

La Stazione appaltante, con esclusione del caso specifico di cui condizioni all'art. 37, comma 11 del D.lgs 163/06, non provvede al pagamento diretto dei subappaltatori e dei cottimisti e l'appaltatore è obbligato a trasmettere alla stessa Stazione appaltante, entro 20 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. Qualora l'affidatario non trasmettano le fatture quietanzate del subappaltatore o del cottimista entro il predetto termine, la stazione appaltante sospende il successivo pagamento a favore dell'affidatario.

Ai sensi dell'art. 15 della Legge n. 180 dell'11/11/2011, nel caso anche di presenza in fase di appalto di esecutori in subcontratto con posa in opera, è fatto inoltre obbligo all'affidatario di trasmettere copia delle fatture quietanzate relative ai pagamenti corrisposti allo stesso subaffidatario, con l'indicazione delle ritenute di garanzia effettuate, entro 20 giorni dalla data di ciascun pagamento eseguito dalla stazione appaltante. Qualora l'affidatario non trasmettano le fatture quietanzate di detto subaffidatario entro il predetto termine, la stazione appaltante sospende il successivo pagamento a favore dell'affidatario.

Art 20 - RESPONSABILITÀ ED ADEMPIMENTI DELL'APPALTATORE

L'Appaltatore è responsabile dei vizi, difetti e difformità dell'opera, di parte di essa e dei materiali impiegati ai sensi degli artt. 18 e 19 del D.M. 145/00 e delle norme vigenti in tale materia ivi comprese le norme di cui agli artt. 1669 e 1673 del codice civile.

L'Appaltatore, ai sensi dell'art. 4 del D.P.R. 207/2010 è tenuto ad osservare, per i suoi dipendenti, le norme e le prescrizioni dei contratti collettivi, delle leggi e dei regolamenti sulla tutela, sicurezza, salute assicurazione e assistenza dei lavoratori e risponde in solido dell'applicazione delle norme anzidette anche da parte di sub - appaltatori. Sarà suo obbligo adottare tutte le cautele necessarie per garantire l'incolumità degli operai e rimane stabilito che egli assumerà ogni ampia responsabilità civile e penale nel caso di infortuni, della quale responsabilità si intende quindi sollevato il personale preposto alla Direzione e sorveglianza, fatte salve le responsabilità di cui al Coordinatore per l'esecuzione dei lavori quando previsto ai sensi del D.Lgs. 81/08.

Nel caso di cui all'art. 131, D.Lgs. 163/06 e successive modifiche ed integrazioni, anche per conto delle imprese subappaltatrici, l'Appaltatore è tenuto a trasmettere alla Stazione appaltante - prima dell'inizio dei lavori e comunque non oltre 30 gg. dalla data del verbale di consegna degli stessi - il Piano delle misure per la sicurezza fisica dei lavoratori previsto dall'art. 118 D.Lgs. 163/06, per consentire le verifiche ispettive di controllo dei cantieri nei modi previsti dalla vigente normativa. Il piano sarà aggiornato di volta in volta e coordinato, a cura dell'Appaltatore, per tutte le imprese operanti nel cantiere, al fine di rendere gli specifici piani redatti dalle imprese subappaltatrici, compatibili fra loro e coerenti con il piano presentato dall'appaltatore. Nell'ipotesi di associazione temporanea di imprese o di consorzio, detto obbligo incombe rispettivamente in capo all'impresa mandataria o designata quale capogruppo e all'impresa esecutrice dei lavori.

Il direttore tecnico di cantiere è responsabile del rispetto del piano da parte di tutte le imprese impegnate nell'esecuzione dei lavori.

Art. 21 - ESECUZIONE D'UFFICIO DEI LAVORI - RESCISSIONE E RISOLUZIONE DEL CONTRATTO

La Stazione appaltante si riserva il diritto di rescindere il contratto di appalto e di provvedere all'esecuzione d'ufficio, con le maggiori spese a carico dell'Appaltatore nei casi previsti dagli artt. 135 e 136 del D.Lgs. 163/06

La Stazione appaltante ha il diritto di recedere in qualunque tempo dal contratto previo il pagamento dei lavori eseguiti e del valore dei materiali utili esistenti in cantiere, oltre al decimo dell'importo delle opere non eseguite con le modalità previste dall'art. 134 del D.Lgs. 163/06

La Stazione appaltante, ai sensi e per gli effetti dell'art.140 del D.Lgs. 163/06 e successive modificazioni ed integrazioni, nei casi ivi previsti, si riserva la facoltà di interpellare il secondo classificato al fine di stipulare un nuovo contratto per il completamento dei lavori alle medesime condizioni economiche già proposte in sede di offerta.

Art. 22 - DANNI DI FORZA MAGGIORE

I danni ai lavori riconosciuti esclusivamente di forza maggiore perché provocati da eventi eccezionali saranno compensati all'Appaltatore, ai sensi e nei limiti stabiliti dall'art. 166 del D.P.R. 207/2010, sempre che i lavori siano stati misurati ed iscritti a libretto.

Art. 23 – ANTICIPAZIONE DELL'APPALTATORE

Ai sensi dell'art. 26ter, comma 1, del D.L. 21 giugno 2013 n. 69, convertito con modificazioni dalla Legge 9 agosto 2013 n. 98 e successive modificazioni, per le gare bandite fino al 31 luglio 2016 (termine così modificato dall'art. 7, comma 1, D.L. n. 210 del 30 dicembre 2015), in deroga ai vigenti divieti di anticipazione del prezzo, è prevista in favore dell'appaltatore la corresponsione di un'anticipazione del 20 per cento dell'importo contrattuale.

Ai sensi dell'art. 124, commi 1 e 2 del D.P.R. n. 207/2010, l'erogazione dell'anticipazione è subordinata alla costituzione di garanzia fideiussoria bancaria o assicurativa di importo pari all'anticipazione maggiorata del tasso di interesse legale applicato al periodo necessario al recupero dell'anticipazione stessa secondo il cronoprogramma dei lavori. L'importo della garanzia viene gradualmente ed automaticamente ridotto nel corso dei lavori, in rapporto al progressivo recupero dell'anticipazione da parte della stazione appaltante.

Ai sensi dell'art. 140 commi 2 e 3 del D.P.R. n. 207/2010, l'Amministrazione eroga all'esecutore, entro quindici giorni dalla data di effettivo inizio dei lavori accertata dal responsabile del procedimento, l'anticipazione sull'importo contrattuale. Il beneficiario decade dall'anticipazione se l'esecuzione dei lavori non procede secondo i tempi contrattuali, e sulle somme restituite sono dovuti gli interessi corrispettivi al tasso legale con decorrenza dalla data di erogazione dell'anticipazione.

L'anticipazione va compensata fino alla concorrenza dell'importo sui pagamenti effettuati nel corso del primo anno contabile.

Nel caso di contratti sottoscritti nel corso dell'ultimo trimestre dell'anno, l'anticipazione è effettuata nel primo mese dell'anno successivo ed è compensata nel corso del medesimo anno contabile.

Art. 24 - CAUZIONI PROVVISORIA

La cauzione provvisoria è regolata dall'art.75 comma 1 D.Lgs. 163/06 e successive modifiche ed integrazioni e comunque pari al 2% dell'importo dell'appalto (lavori + progettazione), da presentare anche mediante fideiussione bancaria, assicurativa o rilasciata dagli intermediari finanziari iscritti nell'elenco speciale di cui all'articolo 107 del decreto legislativo 1° settembre 1993, n. 385, che svolgono in via esclusiva o prevalente attività di rilascio di garanzie, a ciò autorizzati dal Ministero dell'economia e delle finanze, così come meglio specificato nel bando di gara.

La cauzione copre la mancata sottoscrizione del contratto per fatto dell'aggiudicatario ed è svincolata automaticamente al momento della sottoscrizione del contratto medesimo.

Art. 25 - CAUZIONE DEFINITIVA

La costituzione della cauzione definitiva, di cui all'art. 123 del D.P.R. 207/2010 come la firma del contratto di appalto, dovrà avvenire nel termine perentorio comunicato dalla Stazione appaltante alla ditta aggiudicataria dell'appalto.

La cauzione definitiva, da prestare mediante fideiussione bancaria o assicurativa nell'osservanza delle disposizioni di cui alla Legge 10.6.82 n. 348, è stabilita dall'art.113 del D.Lgs. 163/06 e successive modifiche ed integrazioni, nella misura del 10% dell'importo netto di appalto (lavori + progettazione). In caso di aggiudicazione con ribasso d'asta superiore al 10 per cento, la garanzia fideiussoria è aumentata di tanti punti percentuali quanti sono quelli eccedenti il 10 per cento; ove il ribasso sia superiore al 20 per cento, l'aumento è di due punti percentuali per ogni punto di ribasso superiore al 20 per cento.

Si precisa che il suddetto importo dei lavori, ai fini della costituzione della cauzione definitiva, oltre all'importo del corrispettivo contrattuale sarà costituito anche dalla quantificazione economica delle migliorie presentata dall'aggiudicatario in sede di gara.

La predetta fideiussione dovrà espressamente prevedere:

- 1) la rinuncia al beneficio della preventiva escussione del debitore principale e la sua operatività entro 15 giorni a semplice richiesta scritta della Stazione appaltante;
- 2) la rinuncia ad avvalersi della condizione contenuta nel 2 comma dell'art. 1957 del C.C..

L'obbligazione sarà duratura e valida fino a dichiarazione liberatoria da parte della Stazione appaltante, nei modi e nei tempi prescritti dall'art. 5 della Legge 741/81.

Secondo quanto disposto dal comma 7 dell'art. 75 del D.Lgs. 163/06 e successive modifiche ed integrazioni, gli importi della cauzione provvisoria di cui al precedente articolo e della cauzione definitiva e del loro eventuale rinnovo sono ridotti del 50%, per gli operatori economici ai quali venga rilasciata, da organismi accreditati, ai sensi delle norme europee della serie UNI CEI EN 45000 e della serie UNI CEI EN ISO/IEC 17000, la certificazione del sistema di qualità conforme alle norme europee della serie UNI CEI ISO 9000. Per fruire di tale beneficio, l'operatore economico segnala, in sede di offerta, il possesso del requisito, e lo documenta nei modi prescritti dalle norme vigenti.

La cauzione definitiva sarà incamerata dalla Stazione appaltante in tutti i casi previsti dalle leggi in materia di lavori pubblici vigenti all'epoca dell'esecuzione dei lavori.

Art. 26 - ASSICURAZIONI A CARICO DELL'IMPRESA

Ai sensi dell'articolo 129 del D.Lgs. 163/06 e dell'art. 125 del D.P.R. 207/2010 l'appaltatore è obbligato, contestualmente alla sottoscrizione del contratto, a produrre una polizza assicurativa che tenga indenne la

Stazione appaltante da tutti i rischi di esecuzione da qualsiasi causa determinati e che copra i danni subiti dalla stessa 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, e che preveda anche una garanzia di responsabilità civile per danni causati a terzi nell'esecuzione dei lavori, sino alla data di emissione del certificato di (o collaudo provvisorio o regolare esecuzione o comunque dodici mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato).

Tale assicurazione contro i rischi dell'esecuzione deve essere stipulata per la somma indicata nel bando di gara; il massimale per l'assicurazione contro la responsabilità civile verso terzi deve essere pari al 5% della somma assicurata per le opere e comunque non deve essere inferiore a 500.000 Euro.

Tale polizza deve specificamente prevedere l'indicazione che tra le "persone/assicurate o garantite" si intendono compresi i rappresentanti della Stazione appaltante autorizzati all'accesso al cantiere, della direzione dei lavori e dei collaudatori in corso d'opera. Le polizze di cui al presente comma devono recare espressamente il vincolo a favore della Stazione appaltante e devono coprire l'intero periodo dell'appalto fino al termine previsto per l'approvazione del certificato di (o collaudo provvisorio o regolare esecuzione o comunque dodici mesi dalla data di ultimazione dei lavori risultante dal relativo certificato).

La garanzia assicurativa prestata dall'appaltatore copre senza alcuna riserva anche i danni causati dalle imprese subappaltatrici e subfornitrici. Qualora l'appaltatore sia un'associazione temporanea di concorrenti, giusto il regime delle responsabilità disciplinato dall'articolo 92, comma 7 del DPR 207/2010 e dall'articolo 37 comma 5, del D.Lgs. 163/06, la garanzia assicurativa prestata dalla mandataria capogruppo copre senza alcuna riserva anche i danni causati dalle imprese mandanti.

Art. 27 - ASSICURAZIONE DELLA PROGETTAZIONE ESECUTIVA

1. Ai sensi del combinato disposto degli articoli 53, comma 3, e 111, comma 1, del Codice dei contratti, nonché dell'articolo 269 del regolamento DPR 207/2010, deve essere presentata alla Stazione appaltante una polizza di responsabilità civile professionale per i rischi di progettazione, a far data dalla stipula del contratto, per tutta la durata dei lavori e sino alla data di emissione del certificato di collaudo provvisorio o del certificato di regolare esecuzione; la polizza deve coprire le nuove spese di progettazione e i maggiori costi che l'amministrazione dovesse sopportare per le varianti di cui all'articolo 132, comma 1, lettera e), del Codice dei contratti, resesi necessarie in corso di esecuzione.
2. La garanzia è prestata alle condizioni e prescrizioni previste dallo schema tipo 2.2 allegato al d.m. 12 marzo 2004, n. 123, in conformità alla scheda tecnica 2.2 allegata allo stesso decreto per un massimale assicurato non inferiore al 10 per cento dell'importo dei lavori progettati, con il limite di 1 milione di euro, per lavori di importo inferiore a 5 milioni di euro, e per un massimale non inferiore al 20 per cento dell'importo dei lavori progettati, con il limite di 2,5 milioni di euro, per lavori di importo superiore a 5 milioni di euro.
3. Qualora il contratto di assicurazione preveda importi o percentuali di scoperto o di franchigia, queste condizioni non sono opponibili alla Stazione appaltante.
4. L'assicurazione deve essere presentata, in alternativa:
 - a) dal progettista titolare della progettazione esecutiva indicato in sede di gara e incaricato dall'appaltatore o associato temporaneamente a quest'ultimo;
 - b) dall'appaltatore medesimo qualora questi sia qualificato per la progettazione e la progettazione esecutiva sia redatta dallo suo staff tecnico.

Art. 28- CONTROVERSIE

Le eventuali controversie tra il Comune di Pavia e l'Appaltatore derivanti dalla esecuzione del presente contratto, comprese quelle conseguenti al mancato raggiungimento dell'accordo bonario previsto dall'art. 240 del D.Lgs. 12/04/2006, n.163, sono deferite ai sensi dell'art. 20 del codice di procedura civile al

giudice del foro di Pavia.

Art. 29 - ELENCO DEI DISEGNI ALLEGATI AL CONTRATTO

Si riporta di seguito l'elenco dei disegni allegati al contratto (Art. 16):

ELABORATI GENERALI

A01	RELAZIONE ILLUSTRATIVA
-----	------------------------

progetto architettonico

STATO DI FATTO

Numero	Oggetto	Scala
R01	RILIEVO GEOMETRICO Planimetria generale e individuazione lotto di intervento	1:200
R02	RILIEVO GEOMETRICO STATO DI FATTO Pianta piano interrato a quota -210 cm	1:100
R03	RILIEVO GEOMETRICO STATO DI FATTO Pianta piano terra a quota +160cm	1:50 1:200
R04	RILIEVO GEOMETRICO STATO DI FATTO Pianta piano primo a quota +650cm	1:50 1:200
R05	RILIEVO GEOMETRICO STATO DI FATTO Pianta piano sottotetto a quota +1010cm	1:50
R06	RILIEVO GEOMETRICO STATO DI FATTO Pianta piano copertura	1:100
R07	RILIEVO STRUTTURALE Identificazione degli elementi strutturali e rilievo dei dissesti- Pianta piano terra e primo	1:50
R08	ANALISI MATERICA CHIESA PIANTE E SEZIONI A-A B-B C-C D-D- E-F- F-F	1:50
R09	ANALISI TRACCE UMIDITA' CHIESA PIANTE E SEZIONI A-A B-B C-C D-D- E-F- F-F	1:50
R10	RILIEVO E ANALISI DEI DISSESTI E DEL DEGRADO CHIESA PIANTE E SEZIONI A-A B-B C-C D-D- E-F- F-F	1:50
R11	RILIEVO GEOMETRICO E STATO DI FATTO SEZIONE A-A C-C G-G	1:50
R12	RILIEVO GEOMETRICO E STATO DI FATTO SEZIONE I-I H-H	1:50
R13	RILIEVO GEOMETRICO E STATO DI FATTO SEZIONE L-L M-M	1:50
R14	RILIEVO GEOMETRICO E STATO DI FATTO SEZIONE N-N	1:50
R15	RILIEVO GEOMETRICO E STATO DI FATTO SEZIONE O-O	1:50
R16	RILIEVO GEOMETRICO E MATERICO - PROSPETTO NORD (facciata chiesa su via Langosco)	1:25
R17	RILIEVO GEOMETRICO E DEL DEGRADO - PROSPETTO NORD (facciata chiesa su via Langosco)	1:25
R18	RILIEVO DEI MATERIALI E DELLE PATOLOGIE II Chostro – Prospetto Nord	1:50
R19	RILIEVO DEI MATERIALI E DELLE PATOLOGIE II Chostro – Prospetto Est	1:50
R20	RILIEVO DEI MATERIALI E DELLE PATOLOGIE II Chostro – Prospetto Sud	1:50
R21	RILIEVO DEI MATERIALI E DELLE PATOLOGIE II Chostro – Prospetto Ovest	1:50
R22	SCHEDE DI INDAGINE – PAVIMENTI E VOLTE	/
R23	INDAGINI STRATIGRAFICHE	/
R24	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	

PROGETTO

Numero	Oggetto	Scala
P01	Planimetria generale Piano Interrato - individuazione lotto di intervento	1:100
P02	Planimetria generale Piano Terreno - individuazione lotto di intervento	1:100
P03	Planimetria generale Piano Primo - individuazione lotto di intervento	1:100
P04	Planimetria generale Piano Sottotetto - individuazione lotto di intervento	1:100
P05	Planimetria generale Piano Copertura - individuazione lotto di intervento	1:100
P06	Pianta piano terreno	1:50

P07	Pianta piano primo	1:50
P08	Sezioni chiesa: A-A B-B C-C D-D- E-F- F-F	1:50
P09	Sezioni G-G H-H I-I	1:50
P10	Sezione L-L M-M	1:50
P11	Sezioni N-N O-O	1:50
P12	PROSPETTO CHIESA SU VIA LANGOSCO	1:25
P13	PROSPETTO Nord CHIOSTRO	1:50
P14	PROSPETTO Est CHIOSTRO	1:50
P15	PROSPETTO Sud CHIOSTRO	1:50
P16	PROSPETTO Ovest CHIOSTRO	1:50
P17	Particolari costruttivi servizi igienici (pareti in laminato) pianta piano terreno / primo	1:50 / 1:10
P18	SCHEMA DELLE PAVIMENTAZIONI PIANO TERRA /PRIMO	1:100
P19	ABACO SERRAMENTI	1:20
P20	ABACO SERRAMENTI SEZIONI TIPO NODI SERRAMENTI	1:2
P21	SCHEMA DEGLI ELEMENTI DI ARREDO FISSI	/
P22	ELIMINAZIONE BARRIERE ARCHITETTONICHE - SCHEMA DEI PERCORSI	1:200

CONFRONTO

Numero	Oggetto	Scala
C01	Pianta Piano Interrato,	1:100
C02	Pianta Piano Terreno	1:100
C03	Pianta Piano Primo	1:100
C04	Pianta Piano Secondo	1:100
C05	Pianta Piano Copertura	1:100
C06	Sezione A-A B-B C-C D-D- E-F- F-F	1:50
C07	Sezione G-G H-H I-I	1:50
C08	Sezione L-L M-M	1:50
C09	Sezione N-N O-O	1:50
C10	PROSPETTO CHIESA SU VIA LANGOSCO	1:25
C11	PROSPETTO Nord CHIOSTRO	1:50
C12	PROSPETTO Est CHIOSTRO	1:50
C13	PROSPETTO Sud CHIOSTRO	1:50
C14	PROSPETTO Ovest CHIOSTRO	1:50

progetto strutturale

ELABORATI

Numero	Oggetto
STR	RELAZIONE TECNICA E SPECIALISTICA
ST01	CONSOLIDAMENTO VOLTA PIANO TERRA: V1 – Pianta – sezioni – particolari costruttivi
ST02A	CONSOLIDAMENTO VOLTA V2 – CATENE – Pianta – sezione – particolari costruttivi
ST02B	CONSOLIDAMENTO VOLTA V2 – CALDANA – Pianta – sezione – particolari costruttivi
ST03	CONSOLIDAMENTO VOLTA 1° PIANO: V3 – V4 –V5 –V6 –V7 – Pianta – sezione – particolari costruttivi
ST04	CONSOLIDAMENTO STRUTTURA DI COPERTURA : T1 – T2 – T3 – T4 – T5 Pianta - Sezioni
ST05	CONSOLIDAMENTO STRUTTURA DI COPERTURA : T1 – T2 – T3 – T4 – T5 Particolari costruttivi

progetto impiantistico

IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI

Numero	Oggetto
1E	Relazione tecnica
2E	Tabelle di calcolo
3E	Schema di installazione topografica – distribuzione principale – pianta piano terra e primo

4E_a	Schema di installazione topografica – distribuzione imp. f.m. e speciali – piano terra
4E_b	Schema di installazione topografica – distribuzione imp. f.m. e speciali – piano primo
5E_a	Schema di installazione topografica – distribuzione imp. illuminazione – piano terra
5E_b	Schema di installazione topografica – distribuzione imp. illuminazione – piano primo
6E_a	Schema di installazione topografica – distribuzione imp. rivelazione incendi – piano terra
6E_b	Schema di installazione topografica – distribuzione imp. rivelazione incendi – piano primo
7E	Schema elettrico avvanquadro generale –A00
8E	Schema elettrico quadro auditorium –A01
9E	Schema elettrico quadro uffici p. terra –A02
10E	Schema elettrico quadro uffici p. primo –A03
11E	Specifiche tecniche di componente

IMPIANTI MECCANICI

Numero	Oggetto
1M	Relazione tecnica
2M	Tabelle di calcolo
3M	Schema topografico – identificazione ambienti - piano terra e primo
4M	Schema di installazione topografica impianto di ventilazione meccanica – distribuzione principale piano terra e sezione tipo A-A
5M	Schema di installazione topografica – pannelli radianti e fan coil distribuzione principale – pianta piano terra e primo
6M	Schema di installazione topografica, schema altimetrico distribuzione principale – piano terra, primo e interrato
7M	Schema di installazione topografica – tubazione di scarico acque nere, particolare tipo - scarico
8M	Schema di installazione topografica – distribuzione e impianto idrico sanitario, particolare tipo bagno
9M_a	schemi e particolari costruttivi – ventilazione meccanica
9M_b	schemi e particolari costruttivi - per l'impianto a pannelli radianti
10M	Specifiche tecniche di componente

Gli elaborati degli interventi migliorativi accettati dall'appaltatore e/o proposti dallo stesso in sede di gara.

Art. 30 - VARIAZIONE DELLE OPERE PROGETTATE - VARIANTI IN CORSO D'OPERA (PERIZIE DI VARIANTE E SUPPLETIVE)

La Stazione appaltante si riserva la insindacabile facoltà di introdurre nelle opere, all'atto esecutivo, quelle varianti e variazioni che riterrà opportune sia nell'interesse della buona riuscita e dell'economia dei lavori sia per soddisfare riconosciute esigenze prospettate da altri Enti od Aziende interessate dalle opere, senza che l'Appaltatore possa trarne motivi per avanzare pretese di compensi ed indennizzi di qualsiasi natura e specie, non stabiliti nel vigente Capitolato Generale d'appalto dei LL.PP e nel presente Capitolato Speciale e nei limiti di cui all'art. 132 del D.Lgs. 163/06 e successive modifiche ed integrazioni e con le modalità di cui all'art. 161,162 del D.P.R. 207/2010.

Art. 31 - LAVORI EVENTUALI NON PREVISTI

Ogni variazione al progetto approvato deve essere introdotta nei modi e nei termini previsti dal combinato disposto degli artt. 161 del D.P.R. 207/2010 e 132 del D.Lgs. 163/06 e successive modificazioni.

Non sono considerate, ai sensi dell'art. 132, comma 3, del D.Lgs. 163/06, varianti gli interventi disposti dal Direttore dei Lavori per risolvere aspetti di dettaglio che siano contenuti entro un importo non superiore al 10% per i lavori di recupero, ristrutturazione, manutenzione e restauro ed al 5% per tutti gli altri lavori delle categorie di lavoro d'appalto e che non comportino un aumento dell'importo del contratto stipulato per la realizzazione dell'opera

Art. 32 - LAVORI DIVERSI NON SPECIFICATI

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 norme previste dal vigente Capitolato Generale d'Appalto emesso

dal Ministero dei LL.PP., così pure per quanto previsto dallo stesso su qualsiasi categoria di lavori previsti da questo Capitolato, per quanto non espressamente detto.

Art. 33 - ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI

In genere l'Appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale, purché tale modalità, a giudizio della D.L. non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi della Stazione appaltante e comunque secondo quanto previsto dal cronoprogramma da lui presentato.

La Stazione appaltante, ai sensi dell'art. 130 del D.Lgs. 163/06 e con le modalità di cui agli artt. 147 e 151 del D.P.R. 207/2010, prima dell'inizio lavori definisce il Direttore dei lavori o un ufficio di Direzione Lavori preposto alla direzione e al controllo tecnico, contabile e amministrativo dell'esecuzione dell'intervento .

L'Appaltatore dovrà presentare alla D.L., entro sei giorni dalla data del verbale di consegna, un dettagliato programma esecutivo dei lavori, suddiviso nelle varie categorie e singole voci, coerente con i tempi contrattuali di ultimazione al cui rispetto si vincola nella conduzione dei lavori stessi.

Tale programma dovrà riportare anche le tempistiche degli interventi e le modalità di lavorazione delle singole operazioni (indicando anche i macchinari utilizzati) al fine di garantire la Stazione appaltante sulla qualità ultima ottenuta nei lavori.

Tale programma, se approvato dalla D.L., che può far apportare modifiche, è impegnativo per l'appaltatore che ha l'obbligo di rispettarlo.

La Stazione appaltante 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 dall'esecuzione di opere e dalla consegna delle forniture escluse dall'appalto, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

Entro dieci giorni dalla data dell'ultimazione dei lavori l'Appaltatore dovrà sgomberare completamente il cantiere dai materiali, mezzi d'opera ed impianti di sua proprietà.

La sicurezza nelle aree di cantiere dovrà essere garantita dall'Appaltatore in conformità a quanto previsto dalle normative vigenti in materia. Sarà altresì a carico dell'impresa esecutrice dei lavori provvedere alla segnaletica notturna e diurna nelle zone interessate dai lavori secondo quanto previsto dal Nuovo Codice della Strada e secondo quanto dovrà concordare con il Comando di Polizia Municipale locale e con l'Ufficio Tecnico del Traffico.

In considerazione della possibilità di consegna all'uso pubblico di determinate aree del complesso in cui è collocato l'intervento o di compresenza di altro cantiere nelle medesime aree, l'Appaltatore è tenuto a garantire l'accessibilità alle suddette aree e la massima sicurezza nella sorveglianza dei varchi di accesso condivisi.

Da ultimo si fa presente la necessità di gestire in modo razionale il cantiere al fine di consentire la fruizione degli accessi sia pedonali che carrai da parte dei frontisti privati.

Art. 34 - DURATA GIORNALIERA DEI LAVORI, LAVORO STRAORDINARIO E NOTTURNO

L'orario giornaliero dei lavori sarà quello stabilito dal contratto collettivo valevole nel luogo dove i lavori vengono compiuti.

Non è consentito fare eseguire dagli operai un lavoro maggiore di dieci ore su ventiquattro (art. 2 R.D. 10/9/1923 n. 1957).

Per quanto non previsto al presente articolo si fa riferimento all'art 27 del D.M. 145/00.

Art. 35 - CONSEGNA DEI LAVORI

La consegna dei lavori avverrà con le modalità prescritte dagli artt. 153, 154 155 e 157 del D.P.R. 207/2010.

Art. 36 - DIREZIONE DEI LAVORI DA PARTE DELLA STAZIONE APPALTANTE

La Stazione appaltante è tenuta ad affidare la direzione dei lavori ad un tecnico qualificato, giusto il disposto di cui all'art. 90 e seguenti del D.Lgs. 163/06 che assumerà ogni responsabilità civile e penale relativa a tale carica.

Art. 37 - TEMPO UTILE PER L'ULTIMAZIONE DEI LAVORI

Il tempo utile per dare ultimati i lavori sarà di **giorni 415** naturali successivi e continui, decorrenti dalla data del verbale di consegna.

Per le eventuali sospensioni dei lavori si applicheranno le disposizioni di cui agli art. 158, 159 del D.P.R. 207/2010.

La data di ultimazione dei lavori risulterà dal relativo certificato che sarà redatto a norma dell'art. 199 del D.P.R. 207/2010.

Nel caso di mancato rispetto del termine indicato per l'esecuzione delle opere, per ogni giorno naturale consecutivo di ritardo nell'ultimazione dei lavori viene applicata una penale pari all'uno per mille dell'importo contrattuale.

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 dal direttore dei lavori per la consegna degli stessi,
- b) nella ripresa dei lavori seguente un verbale di sospensione, rispetto alla data fissata dal direttore dei lavori;
- c) nel rispetto dei termini imposti dalla direzione dei lavori per il ripristino di lavori non accettabili o danneggiati.

La penale irrogata ai sensi del comma 2, lettera a), è disapplicata e, se, già addebitata, è restituita, qualora l'appaltatore, in seguito all'andamento imposto ai lavori, rispetti la prima soglia temporale successiva fissata nel programma esecutivo dei lavori.

La penale di cui al comma 2, lettera b), 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.

Tutte le penali di cui al presente articolo sono contabilizzate in detrazione in occasione del pagamento immediatamente successivo al verificarsi della relativa condizione di ritardo.

L'importo complessivo delle penali irrogate ai sensi del comma 1 non può superare, ai sensi dell'art. 145 del D.P.R. 207/2010, il 10% dell'importo contrattuale; qualora i ritardi siano tali da comportare una penale di importo superiore alla predetta percentuale trova applicazione l'articolo 17 in materia di risoluzione del contratto.

L'applicazione delle penali di cui al presente articolo non pregiudica il risarcimento di eventuali danni o ulteriori oneri sostenuti dalla Stazione appaltante a causa dei ritardi.

Art. 38 - RAPPRESENTANTE DELL'APPALTATORE SUI LAVORI

L'Appaltatore ha l'obbligo di far risiedere permanentemente sui cantieri un suo legale rappresentante con ampio mandato, in conformità di quanto disposto dall'art. 4 del Capitolato Generale.

La Stazione appaltante, previa motivata comunicazione all'appaltatore, ha diritto di chiedere il cambiamento immediato del suo rappresentante, quando ricorrano gravi e giustificati motivi, senza che per ciò spetti alcuna indennità all'appaltatore o al suo rappresentante.

Il Direttore dei Lavori, visto il disposto dell'art. 6 del Capitolato Generale, ha il diritto, previa motivata comunicazione all'appaltatore, di esigere il cambiamento del Direttore di cantiere e del personale per indisciplina, incapacità o grave negligenza.

La Direzione tecnica di cui all'art. 87 DPR 207/2010, ai sensi dell'art. 248 comma 5 DPR 207/2010 deve essere affidata a soggetti in possesso di laurea in conservazione di beni culturali o di architettura.

Art. 39 - APPROVVIGIONAMENTO DEI MATERIALI - CUSTODIA DEI CANTIERI.

Qualora l'Appaltatore non provveda tempestivamente all'approvvigionamento di materiali occorrenti per assicurare a giudizio insindacabile della Stazione appaltante, l'esecuzione dei lavori entro i termini stabiliti dal contratto, la Stazione appaltante stesso potrà, con semplice ordine di servizio, diffidare l'Appaltatore a provvedere a tale approvvigionamento entro un termine perentorio.

Scaduto tale termine infruttuosamente, la Stazione appaltante potrà provvedere senz'altro all'approvvigionamento dei materiali predetti, nelle quantità e qualità che riterrà più opportune, dandone comunicazione all'Appaltatore, precisando la qualità la quantità ed i prezzi dei materiali e l'epoca in cui questi potranno essere consegnati all'Appaltatore stesso.

In tal caso detti materiali saranno senz'altro contabilizzati a debito dell'Appaltatore, al loro prezzo di costo a piè d'opera, maggiorato dell'aliquota del 5% (cinque per cento) per spese generali della Stazione appaltante, mentre d'altra parte continueranno ad essere contabilizzati all'Appaltatore ai prezzi del contratto.

Per effetto del provvedimento di cui sopra l'Appaltatore è senz'altro obbligato a ricevere tutti i materiali ordinati dalla Stazione appaltante e ad accertarne il relativo addebito in contabilità, restando esplicitamente stabilito che, ove i materiali così approvvigionati risultino eventualmente esuberanti al fabbisogno, nessuna pretesa od eccezione potrà essere sollevata dall'Appaltatore stesso che in tal caso rimarrà proprietario del materiale residuo.

L'adozione di siffatto provvedimento non pregiudica in alcun modo la facoltà della Stazione appaltante di applicare in danno dell'Appaltatore, se del caso, gli altri provvedimenti previsti nel presente Capitolato o dalle vigenti leggi.

Per quanto non previsto al presente articolo si fa riferimento all'art. 167 del D.P.R. 207/2010 e agli art. 16 e 17 del D.M. 145/00.

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.

Art. 40 – PAGAMENTO DEL CORRISPETTIVO PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA

La Stazione appaltante provvede, al pagamento del corrispettivo contrattuale per la progettazione esecutiva con le seguenti modalità:

- 50% alla consegna dei lavori;
- 45% alla fine dei lavori;
- 5% al collaudo dell'opera.

I pagamenti di cui al comma 1 sono subordinati alla regolare approvazione della progettazione esecutiva redatta a cura dell'appaltatore e, anche dopo la loro erogazione, restano subordinati al mancato verificarsi di errori od omissioni progettuali. Sul corrispettivo della progettazione esecutiva non è prevista alcuna ritenuta di garanzia.

Se la progettazione esecutiva è eseguita da progettisti dipendenti dell'appaltatore o facenti parte del suo staff tecnico ai sensi dell'articolo 79, comma 7, del d.P.R. n. 207 del 2010, il pagamento dei corrispettivi di cui al comma 1 è effettuato a favore dell'appaltatore.

Se la progettazione esecutiva è eseguita da progettisti non dipendenti dell'appaltatore, comunque non facenti parte del suo staff tecnico ai sensi dell'articolo 79, comma 7, del d.P.R. n. 207 del 2010, ma

indicati o associati temporaneamente ai fini dell'esecuzione del contratto, il pagamento dei corrispettivi di cui al comma 1 è effettuato a favore dell'appaltatore, purché questi presenti le fatture quietanziate da parte dei progettisti, entro i successivi 15 giorni, pena la trattenuta del medesimo importo sul primo successivo pagamento utile a suo favore o rivalsa sulla cauzione definitiva di cui all'articolo 25.

Art. 41 - PAGAMENTI IN ACCONTO DEI LAVORI

L'Appaltatore avrà diritto a pagamenti in acconto dei lavori, nei termini previsti dall'art. 143 del D.P.R. 207/2010, secondo le seguenti modalità:

- 1° SAL al raggiungimento del 30% dei lavori;
- 2° SAL al raggiungimento del 60% dei lavori;
- 3° SAL al raggiungimento del 100% dei lavori;

in quanto l'opera è finanziata da un contributo del MIT e la convenzione sottoscritta tra le parti atta a regolare i rapporti tra il MIT ed il Comune di Pavia prevede, all'art. 11 "Erogazioni finanziarie" le sopraindicate scadenze temporali per l'erogazione del contributo.

L'affidatario dovrà pertanto fornire all'Ente le relative fatture al raggiungimento degli step temporali sopra descritti.

La Stazione appaltante provvederà a trasmettere tempestivamente al MIT la documentazione necessaria ai fini dell'erogazione della quota di contributo.

In caso di ritardo nella emissione dei certificati di pagamento e dei titoli di spesa relativi agli acconti si applicherà il disposto di cui all'art. 133 del D.Lgs. 163/06 e successive modifiche ed integrazioni e dell'art. 144 del D.P.R. 207/2010.

Essendo l'opera finanziata dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti nel caso si dovessero verificare ritardi nell'accreditamento delle somme dovute rispetto ai termini fissati nel Regolamento di cui al DPR 207/2010, non imputabili a questa Stazione appaltante, l'appaltatore non potrà richiedere interessi, sospensioni dei lavori, messa in mora od altro nei confronti della Stazione appaltante e l'eventuale calcolo del tempo contrattuale per la decorrenza degli interessi per il ritardato pagamento non dovrà tenere conto dei giorni intercorrenti tra la spedizione della domanda di somministrazione della quota di finanziamento e la ricezione del relativo mandato di pagamento.

Art. 42 - CONTO FINALE

Il conto finale verrà compilato entro **tre mesi** dalla data di ultimazione lavori espressa sul relativo verbale seguendo le modalità previste dagli artt. 200, 201, 202 del D.P.R. 207/2010.

Art. 43 - ONERI ED OBBLIGHI DIVERSI A CARICO DELL'APPALTATORE

Oltre agli oneri di cui del nel Capitolato generale per gli appalti dei lavori Pubblici, approvato con D.M. 19 Aprile 2000, n. 145 ed a quelli indicati dal presente Capitolato Speciale, saranno a carico dell'Appaltatore gli oneri ed obblighi seguenti:

- 1) Le opere necessarie per la formazione del cantiere attrezzato in relazione all'entità dell'opera.
- 2) La guardia e la sorveglianza del cantiere e di tutti i materiali in esso esistenti.
- 3) L'esecuzione presso Istituti specializzati, di tutte le esperienze ed assaggi di materiali secondo le richieste della D.L.. Detti campioni saranno mantenuti a disposizione nel competente ufficio di cantiere.
- 4) Le prove di carico su manufatti di notevole importanza statica, pali di fondazione, solai, balconi e qualsiasi altra struttura portante (comprese le fondazioni stradali).
- 5) La fornitura e manutenzione di cartelli d'avviso, di fanali di segnalazione notturna e quanto venisse richiesto dalla D.L. a scopo di sicurezza, il tutto in conformità a quanto previsto dal vigente Nuovo Codice della Strada. Sarà altresì a carico dell'Appaltatore la regolamentazione del traffico durante il periodo dei lavori.

- 6) Ai sensi dell'art. 117 del D.Lgs. 163/06 nel cantiere dovrà essere installata e mantenuta durante tutto il periodo di esecuzione dei lavori, apposita tabella di dimensioni non inferiori a m.1.00 (larghezza) per m. 2.00 (altezza), collocata in sito ben visibile indicato dal direttore dei lavori, entro cinque giorni dalla consegna dei lavori stessi. Tanto la tabella quanto il sistema di sostegno della stessa, dovranno essere eseguiti con materiali di adeguata resistenza e di decoroso aspetto. La tabella dovrà recare impresse a colori indelebili le diciture riportate nel seguente schema tipo:

*** COMUNE DI PAVIA ***
*** ASSESSORATO AI LL.PP.***

UFFICIO TECNICO - SETTORE LAVORI PUBBLICI - SERVIZIO PROGETTAZIONE

OGGETTO:.....
FINANZIAMENTO:.....
CONCESSIONE EDILIZIA n. ... del oppure DELIBERA di G.C. n. ... del
IMPRESA (con dati iscrizione SOA per cat. ed importo):.....
IMPORTO COMPLESSIVO LAVORI:.....
DATA CONSEGNA LAVORI:.....
DATA ULTIMAZIONE CONTRATTUALE:.....
PROGETTISTA:.....
DIRETTORE DI CANTIERE:.....
DIRETTORE DEI LAVORI:.....
ISPETTORE DI CANTIERE:.....
COORDINATORE PER LA PROGETTAZIONE (D.Lgs. 81/08):.....
COORDINATORE PER L'ESECUZIONE DEI LAVORI (D.Lgs. 81/08):.....
SUBAPPALTATORI:.....

- 7) L'osservanza delle norme in vigore relative a tutte le assicurazioni degli operai.
8) L'osservanza delle norme di cui all'art. 36 della legge 20 maggio 1970 n. 300: Statuto dei Lavoratori.
9) Le spese per la fornitura di fotografie delle opere in corso nei vari periodi di avanzamento.
10) Il pagamento delle tasse e concessioni comunali per occupazione di suolo pubblico, di passi carrabili, ecc.
11) L'osservanza delle norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nei cantieri di cui al D.P.R. del 7 gennaio 1956 n. 164.
12) Consentire l'uso anticipato delle aree che venissero richieste dalla D.L. mediante redazione dell'apposito verbale circa lo stato delle opere, per la garanzia dei danni che potessero derivare alle stesse.
13) L'osservanza del disposto della circolare del ministero dei LL.PP. n. 1643 del 22 giugno 1967, e 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.
14) L'osservanza delle norme sugli edifici in muratura ai sensi del D.M. 20.11.1987 (G.U. 5/12/87 n. 285, S.O.)
15) L'osservanza della legge n. 46 del 5.3.90, del DPR 447 del 6.12.91, del D.M. del 20.2.92 e del D.L n. 37 del 22/1/2008 sugli impianti tecnologici..
16) La documentazione di avvenuta denuncia agli enti previdenziali, inclusa la Cassa Edile, assicurativi ed infortunistici, deve essere presentata prima dell'inizio dei lavori e comunque entro 30 giorni dalla data del verbale di consegna degli stessi.

- 17) La trasmissione delle copie dei versamenti contributivi, previdenziali ed assicurativi nonché di quelli dovuti agli organismi paritetici previsti dalla contrattazione collettiva, dovrà essere effettuata con cadenza quadrimestrale.
Il Direttore dei Lavori ha, tuttavia, facoltà di procedere alla verifica di tali versamenti in sede di emissione dei certificati di pagamento.
- 18) L'osservanza degli obblighi e delle norme relative alle prescrizioni di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri come specificato nei precedenti articoli "Piani di sicurezza" e "Responsabilità e adempimenti dell'appaltatore".
- 19) Saranno a totale carico dell'Appaltatore eventuali operazioni di rilievo plano-altimetriche (picchettazioni, livellazioni e rilievi topografici di dettaglio) necessarie per tracciare correttamente il posizionamento delle opere da eseguire; tali operazioni di cantiere potranno essere altresì richieste dalla Direzione dei Lavori al fine di regolarizzare o riadeguare quelle previste in fase progettuale.

Art. 44 - RINVENIMENTI

Tutti gli oggetti di pregio intrinseco che si rinvenissero nelle demolizioni, negli scavi e comunque nella zona dei lavori, spettano di pieno diritto all'Appaltante.

L'Appaltatore dovrà dare immediato avviso del loro rinvenimento, quindi depositarli negli uffici della Direzione Lavori che redigerà regolare verbale in proposito, da trasmettere alle competenti autorità.

Qualora nel corso dei lavori dovessero venire alla luce reperti archeologici, il concessionario è obbligato a sospendere i lavori ed a darne immediata comunicazione alla competente soprintendenza ed al comune.

Qualora a seguito del ritrovamento di reperti archeologici, il completamento dell'opera comportasse oneri impreveduti e/o una minore utilizzazione della superficie, l'appaltatore avrà diritto ad una proroga del termine di ultimazione dei lavori. Resta fermo che null'altro avrà a pretendere l'appaltatore per tali sospensioni dei lavori.

Resta, comunque, in facoltà del comune di richiedere all'appaltatore l'esecuzione di opere provvisorie e di ripristino ambientale richieste dai competenti organi di controllo, concordando congruo termine per la loro esecuzione.

Non saranno comunque pregiudicati i diritti spettanti per legge agli autori dei rinvenimenti di cui trattasi nei commi precedenti.

Art. 45 - BREVETTI D'INVENZIONE.

Sia che Stazione appaltante prescriva l'impiego di disposizioni o sistemi protetti da brevetti d'invenzione, sia che l'Appaltatore vi ricorra di propria iniziativa con il consenso del Direttore dei Lavori, l'Appaltatore dovrà dimostrare di aver pagato i dovuti canoni e diritti e di aver adempiuto a tutti i relativi obblighi di legge.

Art. 46 -- NORME PER LA MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI

Per tutte le opere dell'appalto, le varie quantità di lavoro saranno determinate con misure geometriche, escluso ogni altro metodo.

Per le prestazioni d'opera e materiali verranno redatte apposite liste degli operai e mezzi d'opera.

Per quanto non espressamente detto, si fa riferimento a quanto previsto in materia dal Capitolato generale per gli appalti dei lavori Pubblici, approvato con D.M. 19 Aprile 2000, n. 145.

Art. - 47 DISPOSIZIONI DI ULTIMAZIONE

47/a Ultimazione dei lavori e gratuita manutenzione

Al termine dei lavori e in seguito a richiesta scritta dell'impresa appaltatrice il direttore dei lavori redige, con le modalità e nei termini previsti dagli art. 159 e 199 del D.P.R. 207/2010, il certificato di ultimazione;

Dalla data del verbale di ultimazione dei lavori decorre il periodo di gratuita manutenzione; tale periodo cessa con l'approvazione del collaudo finale da parte della Stazione appaltante.

47/b Termini per il collaudo

Il certificato di collaudo è emesso entro il termine perentorio di 6 mesi dall'ultimazione dei lavori ed ha carattere provvisorio; esso assume carattere definitivo trascorsi due anni dalla data dell'emissione. Decorso tale termine, il collaudo si intende tacitamente approvato anche se l'atto formale di approvazione non sia intervenuto entro i successivi due mesi.

Durante l'esecuzione dei lavori la Stazione appaltante può effettuare operazioni di collaudo volte a verificare la piena rispondenza delle caratteristiche dei lavori in corso di realizzazione a quanto richiesto negli elaborati progettuali, nel capitolato speciale o nel contratto.

Per quanto non espressamente detto, si fa riferimento a quanto previsto in materia dall'art. 141 del D.Lgs. 163/06 e successive modifiche ed integrazioni e dagli artt. 215-238 del D.P.R. 207/2010

47/c Presa in consegna dei lavori ultimati

La Stazione appaltante si riserva di prendere in consegna parzialmente o totalmente le opere appaltate anche subito dopo l'ultimazione dei lavori.

Qualora la Stazione appaltante si avvalga di tale facoltà, che viene comunicata all'appaltatore per iscritto, lo stesso appaltatore non può opporvisi per alcun motivo, né può reclamare compensi di sorta.

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

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

Qualora la Stazione appaltante non si trovi nella condizione di prendere in consegna le opere dopo l'ultimazione dei lavori, l'appaltatore non può reclamare la consegna ed è altresì tenuto alla gratuita manutenzione fino ai termini previsti dal presente capitolato speciale.

Art. 48 - DISPOSIZIONI GENERALI RELATIVE AI PREZZI DEI LAVORI

Ai sensi e per gli effetti di cui all'art 133, comma 2 del D.Lgs. 163/06 e successive modifiche ed integrazioni non è ammesso procedere alla revisione dei prezzi contrattuali e non si applica il disposto del primo comma dell'articolo 1664 del C.C. salvo quanto previsto dal precedente articolo 25.

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 per cento, all'importo dei lavori ancora da eseguire per ogni anno intero previsto per l'ultimazione dei lavori stessi.

Le eventuali variazioni sono valutate mediante l'applicazione dei prezzi di cui all'elenco prezzi del progetto esecutivo e, in caso di prezzi non previsti si farà riferimento al Prezzario delle Opere Pubbliche della Regione Lombardia anno 2011.

Qualora tra i prezzi di cui all'elenco prezzi del progetto esecutivo e nel Prezzario delle Opere Pubbliche della Regione Lombardia anno 2011, non siano 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'art. 163 del D.P.R. 207/2010.

Art. 49 - ELENCO PREZZI UNITARI

Per quanto concerne la descrizione ed i prezzi unitari per le opere, vedasi elenco allegato al presente Capitolato.

TABELLA «A»	CATEGORIA PREVALENTE E CATEGORIE SCORPORABILI E SUBAPPALTABILI DEI LAVORI articolo 4
-------------	---

	Oggetto:	Categoria ex allegato A D.P.R. n. 34 del 2000		Euro	Incidenza manodopera %
1	Restauro e manutenzione beni immobili sottoposti a tutela	Prevalente	OG2	1.128.802,52	55
<p>Ai sensi dell'articolo 118, D. Lgs. 163/06, i lavori sopra descritti, appartenenti alla categoria prevalente, sono subappaltabili nella misura massima del 30% ad imprese in possesso dei requisiti necessari.</p>					
2	Impianti elettrici	Scorporabile/ sub. 30%	OS30	363.365,98	45
3	Finiture di opere generali	Scorporabile/ subappaltabile	OS6	642.373,18	30
4	Superfici decorate di beni immobili del patrimonio culturale di interesse storico	Scorporabile/ subappaltabile	OS2-A	187.458,32	55
TOTALE COMPLESSIVO DEI LAVORI				2.322.000,00	46,52%

Tabella B		PARTI DI LAVORAZIONI OMOGENEE - CATEGORIE CONTABILI ai fini della contabilità e delle varianti in corso d'opera - articolo 5	
n.	Designazione delle categorie (e sottocategorie) omogenee dei lavori		Importo (€)
1	Opere provvisoriale		6.080,93
2	Demolizioni e rimozioni scavi e trasporti		48.130,73
3	Opere di bonifica dall'umidità		14.233,32
4	Opere di consolidamento facciate		28.707,37
5	Intonaci		230.311,45
6	Restauro superfici affrescate		187.458,32
7	Opere in pietra naturale		271.962,90
8	Opere di consolidamento volte murarie		32.408,74
9	Opere di consolidamento del solaio di sottotetto e della copertura con rifacimento manto di copertura		179.729,50
10	Impermeabilizzazioni e coibentazioni		15.242,10
11	Serramenti		126.516,84
12	Opere da fabbro e falegname		10.107,79
13	Impianto di riscaldamento e condizionamento		98.703,27
14	Impianto elettrico		56.752,80
15	Assistenze		66.667,64
16	Strutture fisse di completamento		642.373,12
17	Impianti di illuminazione		306.613,18
	Parte 1^ - Totale lavori A MISURA		2.322.000,00
			0
			0
	Parte 2^ - Totale lavori IN ECONOMIA		
a)	Totale importo esecuzione lavori (base d'asta)(Parte 1^+Parte 2^)		2.322.000,00
			0
			0
	Parte 1^ - Totale oneri per la sicurezza A MISURA		
	Oneri specifici (ponteggi)		56.507,56
	Oneri generici (stima PSC)		58.492,44
	Parte 2^ - Totale oneri per la sicurezza A CORPO		0
			0
			0
	Parte 3^ - Totale oneri per la sicurezza IN ECONOMIA		0
b)	Oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza (Parte 1^+2^+3^) (12)		115.000,00
	TOTALE DA APPALTARE (somma di a + b) (13)		2.437.000,00

INDICE

PARTE SECONDA PRESCRIZIONI TECNICHE

ART. 1.	MATERIALI IN GENERE	6
ART. 2.	SABBIE, GHIAIE, ARGILLE ESPANSE, POMICE, PIETRE NATURALI, MARMI	7
ART. 3.	ACQUA, CALCI, POZZOLANE, LEGANTI IDRAULICI, LEGANTI IDRAULICI SPECIALI E LEGANTI SINTETICI....	8
ART. 4.	LATERIZI.....	10
ART. 5.	MATERIALI FERROSI E METALLI VARI	10
ART. 6.	LEGNAMI.....	11
ART. 7.	MATERIALI PER PAVIMENTAZIONI	11
ART. 8.	COLORI E VERNICI.....	12
ART. 9.	MATERIALI DIVERSI.....	14
ART. 10.	TUBAZIONI.....	16
ART. 11.	PRODOTTI PER LA PULIZIA DEI MATERIALI POROSI	17
ART. 12.	PRODOTTI IMPREGNANTI.....	19
Art. 12.1	<i>Impregnanti per il consolidamento</i>	20
Art. 12.2	<i>Impregnanti per la protezione</i>	22
ART. 13.	MATERIALI PER IMPIANTI IDRICO-SANITARI.....	24
ART. 14.	MATERIALI PER IMPIANTI ELETTRICI.....	24
ART. 15.	TECNICHE E STRUMENTI.....	24
ART. 16.	DIAGNOSI E MATERIALI	30
Art. 16.1	<i>Generalità</i>	30
Art. 16.2	<i>Pietre</i>	30
Art. 16.3	<i>Terre cotte</i>	31
Art. 16.4	<i>Intonaci e malte</i>	32
Art. 16.5	<i>Legni</i>	34
Art. 16.6	<i>Metalli</i>	35
Art. 16.7	<i>Rivestimenti</i>	36
ART. 17.	INDAGINI PRELIMINARI.....	36
Art. 17.1	<i>Indagini preliminari agli interventi di deumidificazione</i>	36
Art. 17.1.1	Tecniche di misura dell'umidità	37
Art. 17.2	<i>Indagini preliminari all'intervento di conservazione</i>	40
Art. 17.3	<i>Studio dei materiali in situ</i>	40
Art. 17.4	<i>Prove preliminari all'intervento di consolidamento dei materiali</i>	42
ART. 18.	LAVORI PRELIMINARI	42
Art. 18.1	<i>Demolizioni e rimozioni</i>	42

Art. 18.2	Scavi in genere	43
Art. 18.3	Scavi di sbancamento.....	43
Art. 18.4	Scavi di fondazione	43
Art. 18.5	Scavi di accertamento e ricognizione.....	44
Art. 18.6	Scavi archeologici.....	44
Art. 18.7	Scavi subacquei e prosciugamenti	44
Art. 18.8	Rilevati e rinterrati.....	45
Art. 18.9	Paratie o casseri	45
Art. 18.10	Opere provvisoriali.....	45
ART. 19.	PULITURA DEI MATERIALI.....	47
Art. 19.1	Generalità	47
Art. 19.2	Sistemi di pulitura	47
Art. 19.3	Bonifica da macro e microflora	50
Art. 19.3.1	Eliminazione di piante superiori	50
Art. 19.3.2	Eliminazione di alghe, muschi e licheni.....	51
ART. 20.	CONSOLIDAMENTO DEI MATERIALI.....	52
Art. 20.1	Generalità	52
Art. 20.2	Applicazione dei principali consolidanti.....	53
ART. 21.	PROTEZIONE DEI MATERIALI.....	54
Art. 21.1	Generalità	54
Art. 21.2	Interventi indiretti e diretti.....	54
Art. 21.3	Sistemi applicativi	55
ART. 22.	LAVORI DI FONDAZIONE	55
Art. 22.1	Lavori preliminari.....	55
Art. 22.1.1	Sondaggi meccanici e prelievo campioni	56
Art. 22.1.2	Indagini geotecniche e geofisiche	56
Art. 22.2	Consolidamento mediante sottofondazioni	57
Art. 22.3	Sottofondazione con pali.....	57
Art. 22.4	Fondazioni speciali	58
ART. 23.	MALTE E CONGLOMERATI	59
Art. 23.1	Generalità	59
Art. 23.2	Malte e conglomerati	60
Art. 23.3	Malte additivate	61
Art. 23.4	Malte preconfezionate.....	63
Art. 23.5	Conglomerati di resina sintetica.....	63
ART. 24.	MURATURE E STRUTTURE VERTICALI - LAVORI DI COSTRUZIONE.....	64
Art. 24.1	Murature in genere	64
Art. 24.2	Murature e riempimenti in pietrame a secco	65
Art. 24.3	Murature di pietrame con malta	65
Art. 24.4	Paramenti per le murature di pietrame.....	66
Art. 24.5	Murature di mattoni	66
Art. 24.6	Pareti di una testa ed in foglio con mattoni pieni e forati.....	67
Art. 24.7	Murature miste.....	67
Art. 24.8	Murature di getto o calcestruzzo.....	67
Art. 24.9	Opere in cemento armato normale e precompresso.....	67
Art. 24.10	Strutture in acciaio.....	68
ART. 25.	MURATURE E STRUTTURE VERTICALI - LAVORI DI CONSERVAZIONE	69
Art. 25.1	Generalità	69
Art. 25.2	Sarcitura delle murature mediante sostituzione parziale del materiale.....	69
Art. 25.3	Fissaggio di paramenti sconnessi e/o in distacco	70
Art. 25.4	Protezione delle teste dei muri	70
Art. 25.5	Ristilatura dei giunti di malta	70

Art. 25.6	<i>Interventi conservativi sul calcestruzzo armato</i>	71
ART. 26.	CONSOLIDAMENTO DELLE MURATURE	71
Art. 26.1	<i>Generalità</i>	71
Art. 26.2	<i>Consolidamento mediante iniezioni a base di miscele leganti</i>	72
Art. 26.3	<i>Consolidamento mediante iniezioni armate</i>	73
Art. 26.4	<i>Consolidamento mediante paretine di contenimento</i>	74
Art. 26.5	<i>Consolidamento mediante tiranti metallici</i>	74
ART. 27.	STRUTTURE ORIZZONTALI O INCLINATE, SOLAI, VOLTE E COPERTURE. LAVORI DI COSTRUZIONE	75
Art. 27.1	<i>Costruzione delle volte</i>	75
Art. 27.2	<i>Solai</i>	76
Art. 27.3	<i>Controsoffitti</i>	77
Art. 27.4	<i>Coperture a tetto</i>	77
Art. 27.5	<i>Coperture a terrazzo</i>	79
ART. 28.	STRUTTURE ORIZZONTALI O INCLINATE - SOLAI, VOLTE E COPERTURE DEMOLIZIONI, SOSTITUZIONI E COLLEGAMENTI.....	79
Art. 28.1	<i>Demolizioni</i>	79
Art. 28.2	<i>Sostituzioni e collegamenti</i>	80
Art. 28.3	<i>Sostituzione di travi in legno</i>	81
Art. 28.4	<i>Sostituzioni di elementi laterizi con putrelle in ferro</i>	81
Art. 28.5	<i>Sostituzione del tavolato esistente</i>	81
Art. 28.6	<i>Ripasso manti di copertura in coppi di laterizio</i>	82
ART. 29.	CONSOLIDAMENTO DI LASTRE DA RIVESTIMENTO.....	83
Art. 29.1	<i>Generalità</i>	83
Art. 29.2	<i>Identificazione delle cause determinanti le patologie</i>	83
Art. 29.3	<i>Interventi di messa in sicurezza</i>	84
Art. 29.4	<i>Manutenzione periodica</i>	85
ART. 30.	CONSOLIDAMENTO E CONSERVAZIONE DI STRUTTURE E MANUFATTI IN LEGNO	85
Art. 30.1	<i>Generalità</i>	85
Art. 30.2	<i>Opere provvisorie</i>	85
Art. 30.3	<i>Smontaggi e rimozioni</i>	87
Art. 30.4	<i>Puliture</i>	88
Art. 30.5	<i>Sostituzioni, reintegrazioni materiche e piccole riparazioni</i>	90
Art. 30.6	<i>Trattamenti preservanti impregnanti</i>	91
Art. 30.7	<i>Trattamenti consolidanti e presidi strutturali</i>	93
Art. 30.8	<i>Protesi</i>	97
ART. 31.	CONSOLIDAMENTO E CONSERVAZIONE DI STRUTTURE E MANUFATTI IN FERRO	98
Art. 31.1	<i>Generalità</i>	98
Art. 31.2	<i>Consolidamento estradossale di struttura piana con staffatura delle travi</i>	98
Art. 31.3	<i>Consolidamento intradossale di struttura piana con nuovo sistema di travi in ferro</i>	98
Art. 31.4	<i>Consolidamento estradossale di struttura piana mediante realizzazione di cappa in cemento armato</i> 98	
Art. 31.5	<i>Opere di conservazione: generalità</i>	99
Art. 31.5.1	<i>Metodo per la preparazione ed eventuale condizionamento delle superfici</i>	99
Art. 31.5.2	<i>Pretrattamento o condizionamento dell'acciaio</i>	101
Art. 31.5.3	<i>Mezzi e tecniche di applicazione dei rivestimenti protettivi</i>	101
Art. 31.5.4	<i>Rivestimenti protettivi e cicli di pitturazione. Caratteristiche e composizione dei cicli protettivi</i>	102
ART. 32.	CONSOLIDAMENTO DI VOLTE IN MURATURA.....	102
Art. 32.1	<i>Generalità</i>	102
Art. 32.2	<i>Consolidamento di volte in muratura mediante posa di rinfianchi cellulari</i>	103
Art. 32.3	<i>Consolidamento di volte in muratura mediante iniezioni di conglomerati</i>	103
Art. 32.4	<i>Consolidamento di volte in muratura mediante realizzazione all'estradosso di cappa armata</i> ...104	
ART. 33.	PAVIMENTI E RIVESTIMENTI	104

Art. 33.1	<i>Pavimenti</i>	104
Art. 33.2	<i>Rivestimenti di pareti</i>	106
Art. 33.3	<i>Opere in marmo, pietre naturali ed artificiali</i>	106
Art. 33.4	<i>Marmi e pietre naturali</i>	107
Art. 33.5	<i>Pietre artificiali</i>	107
ART. 34.	PAVIMENTI E RIVESTIMENTI, INTERVENTI DI CONSERVAZIONE.....	108
Art. 34.1	<i>Generalità</i>	108
Art. 34.2	<i>Dipinti murali</i>	108
Art. 34.3	<i>Mosaici</i>	109
Art. 34.4	<i>Materiali lapidei di rivestimento</i>	110
ART. 35.	INTONACI E DECORAZIONI, INTERVENTI DI CONSERVAZIONE	110
Art. 35.1	<i>Intonaci</i>	110
Art. 35.2	<i>Decorazioni</i>	111
Art. 35.3	<i>Interventi di conservazione</i>	112
Art. 35.3.1	Conservazione di intonaci distaccati mediante iniezioni a base di miscele idrauliche	112
Art. 35.3.2	Conservazione di intonaci e decorazioni distaccati mediante microbarre di armatura	113
Art. 35.3.3	Utilizzo della tecnologia del vuoto.....	113
Art. 35.4	<i>Ciclo deumidificante – intonaco deumidificante</i>	113
Art. 35.5	<i>Intonaco – integrazione delle lacune</i>	114
ART. 36.	IMPERMEABILIZZAZIONI	114
Art. 36.1	<i>Generalità</i>	114
Art. 36.2	<i>Interventi di manutenzione e conservazione di manti bituminosi</i>	115
ART. 37.	TECNICHE DI ELIMINAZIONE DELL'UMIDITÀ	116
Art. 37.1	<i>Generalità</i>	116
Art. 37.2	<i>Drenaggi, contromurazioni, intercapedini, vespai</i>	117
Art. 37.3	<i>Barriere al vapore</i>	118
Art. 37.4	<i>Taglio meccanico con inserimento di barriere impermeabili</i>	119
Art. 37.5	<i>Formazione di barriere chimiche</i>	120
Art. 37.6	<i>Utilizzo di sistemi elettro-osmotici</i>	121
Art. 37.7	<i>Utilizzo di intonaci macroporosi</i>	122
ART. 38.	OPERE IN LEGNAME.....	122
Art. 38.1	<i>Opere da carpentiere</i>	122
Art. 38.2	<i>Infissi in legno - norme generali</i>	123
Art. 38.3	<i>Interventi di conservazione</i>	123
ART. 39.	OPERE IN FERRO.....	124
Art. 39.1	<i>Norme generali e particolari</i>	124
Art. 39.2	<i>Sistema di profili metallici isolato termicamente</i>	124
ART. 40.	OPERE DA VETRAIO, STAGNAIO, LATTONIERE	127
Art. 40.1	<i>Opere da vetraio</i>	127
Art. 40.2	<i>Opere da stagnaio in genere</i>	127
Art. 40.3	<i>Tubazioni e canali di gronda</i>	128
ART. 41.	OPERE DA PITTORE.....	128
Art. 41.1	<i>Norme generali</i>	128
Art. 41.2	<i>Esecuzioni particolari</i>	128
ART. 42.	VESPAIO AERATO IN TAVELLONATO SU MURETTI.....	130
ART. 43.	PAVIMENTO IN BATTUTODI COCCIOPESTO	130
ART. 44.	INTONACI INTERNI	132
ART. 45.	INTONACI ESTERNI	133

ART. 46.	PAVIMENTAZIONE ESTERNA IN ACCIOTOLATO	134
ART. 47.	PRESCRIZIONI PER L'ESECUZIONE DI INDAGINI SUI MATERIALI.....	134
ART. 48.	PRESCRIZIONI CIRCA LE LAVORAZIONI SUGLI INTONACI.....	140
ART. 49.	PARETI BAGNI IN LAMINATO MASSELLO STRATIFICATO (HPL)	174
ART. 50.	ARCHIVI COMPATTABILI.....	175
ART. 51.	SISTEMI DI DIVISIONE FISSI PER AMBIENTI E PER CONSULTAZIONE LIBRI NELLE SALE DI LETTURA	178
ART. 52.	IMPIANTI TECNICI.....	180
<i>Art. 52.1</i>	<i>Generalità</i>	180
<i>Art. 52.2</i>	<i>Impianti idrosanitari</i>	181
<i>Art. 52.3</i>	<i>Impianti per acqua calda sanitaria.....</i>	186
<i>Art. 52.4</i>	<i>Impianti di riscaldamento</i>	187
<i>Art. 52.5</i>	<i>Impianti di ventilazione meccanica.....</i>	190
<i>Art. 52.6</i>	<i>Impianti per fognature</i>	191
<i>Art. 52.7</i>	<i>Impianti Elettrici</i>	192
ART. 53.	PRINCIPALI NORMATIVE INERENTI IL TRATTAMENTO DELL'AMIANTO	212

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI, INDAGINI PRELIMINARI, MODO DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORO ED ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEGLI STESSI

Nell'esecuzione degli interventi oggetto dell'appalto sarà fatto riferimento, oltre che alle vigenti norme che regolano gli appalti di lavori pubblici, servizi e forniture, di cui al "Codice" approvato con D.Lgs. 12/04/2006 n. 163 e s.m.i. ed al suo Regolamento di Esecuzione ed Attuazione approvato con d.P.R. 05/10/2010 n. 207 e s.m.i. ed a quelle in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro di cui al D.Lgs. 09/04/2008 n. 81 e s.m.i., alle norme in materia di sicurezza dei prodotti posti in commercio come materiale da costruzione in edilizia.

I riferimenti per tutti i calcoli strutturali (a partire dal 1 luglio 2009) sono:

1. D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008 e Circolare 02 febbraio 2009 n°617/C.S.LL.PP. e s.m.i.
2. EUROCODICI

Per quanto riguarda i prodotti da costruzione si dovrà fare riferimento a:

1. Regolamento CPR 305/11 del 1 luglio 2013 – Prodotti da costruzione
2. Norme UNI EN 1090-1-2-3 per acciaio ed alluminio
3. Additivi per malte e calcestruzzi UNI EN 934-2:2012
(La presente norma è la versione ufficiale della norma europea EN 934-2:2009+A1 (edizione giugno 2012). La norma specifica le definizioni e i requisiti per gli additivi da utilizzarsi nel calcestruzzo. Essa comprende additivi per calcestruzzo non armato, armato e precompresso da utilizzarsi in calcestruzzo miscelato in cantiere, premiscelato e prefabbricato.
4. UNI EN 1337-3 APPARECCHI DI APPOGGIO

QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

Art. 1. MATERIALI IN GENERE

I materiali occorrenti per la costruzione delle opere e per tutti gli interventi di conservazione, risanamento e restauro da effettuarsi sui manufatti, saranno della località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori e degli eventuali organi competenti preposti alla tutela del patrimonio storico, artistico, architettonico e monumentale, siano riconosciuti della migliore qualità, simili, ovvero il più possibile compatibili con i materiali preesistenti, in modo da non risultare assolutamente in contrasto con le proprietà chimiche, fisiche e meccaniche dei manufatti oggetto di intervento.

A tale scopo l'Appaltatore avrà l'obbligo, durante qualsiasi fase lavorativa, di effettuare o fare eseguire, presso gli stabilimenti di produzione e/o laboratori ed istituti di provata specializzazione, in possesso delle specifiche autorizzazioni, tutte le prove prescritte dal presente Capitolato o dalla D.L.

Tali prove si potranno effettuare sui materiali esistenti in situ, su tutte le forniture previste, su tutti quei materiali che si utilizzeranno per la completa esecuzione delle opere appaltate, materiali confezionati direttamente in cantiere o confezionati e forniti da ditte specializzate.

In particolare, sui manufatti aggrediti da agenti patogeni, leggermente o fortemente alterati, comunque oggetto di intervento, sia di carattere manutentivo che conservativo, se gli elaborati di progetto lo prevedono, sarà cura dell'Appaltatore mettere in atto tutta una serie di operazioni strettamente legate alla conoscenza fisico materica, patologica degli stessi, secondo quanto prescritto nella parte III del presente capitolato, e comunque:

- determinare le caratteristiche dei materiali oggetto di intervento;
- individuare gli agenti patogeni in aggressione;
- individuare le cause dirette e/o indirette determinanti le patologie (alterazioni del materiale, difetti di produzione, errata tecnica applicativa, aggressione atmosferica, sbalzi termici, umidità, aggressione microrganismi, ecc.);
- effettuare in situ e/o in laboratorio tutte quelle prove preliminari in grado di garantire l'efficacia e la non nocività dei prodotti da utilizzarsi e di tutte le metodologie di intervento. Tali verifiche faranno riferimento alle indicazioni di progetto, alle normative UNI e alle raccomandazioni NORMAL recepite dal Ministero per i Beni Culturali con decreto n. 2093 del 11/11/82.

Il prelievo dei campioni verrà effettuato in contraddittorio con l'Appaltatore e sarà appositamente verbalizzato. Sarà in ogni caso da eseguirsi secondo le norme del C.N.R.

Tutti i materiali che verranno scartati dalla D.L. dovranno essere immediatamente sostituiti, siano essi depositati in cantiere, completamente o parzialmente in opera, senza, che l'Appaltatore abbia nulla da eccepire. Dovranno quindi essere sostituiti con materiali idonei rispondenti alle caratteristiche ed ai requisiti richiesti. Ad ogni modo l'Appaltatore resterà responsabile per quanto concerne la qualità dei materiali forniti anche se ritenuti idonei dalla D.L., sino alla loro accettazione da parte dell'Amministrazione in sede di collaudo finale.

Art. 2. SABBIE, GHIAIE, ARGILLE ESPANSE, POMICE, PIETRE NATURALI, MARMI

Sabbie - Sabbie vive o di cava, di natura silicea, quarzosa, granitica o calcarea ricavate da rocce con alta resistenza alla compressione, né gessose, né gelive. Dovranno essere scevre da materie terrose, argillose, limacciose e polverulente, da detriti organici e sostanze inquinanti.

La sabbia dovrà essere costituita da grani di dimensioni tali da passare attraverso uno staccio con maglie circolari del diametro di mm. 2 per murature in genere e del diametro di mm. 1 per gli intonaci e murature di paramento od in pietra da taglio.

L'accettabilità della sabbia verrà definita con i criteri indicati nell'allegato 1 del D.M. 3 giugno 1968 e nell'allegato 1, punto 2 del D.M. 27 luglio 1985 norme UNI in vigore; la distribuzione granulo metrica dovrà essere assortita e comunque adeguata alle condizioni di posa in opera.

Ghiaia e pietrisco - Le prime dovranno essere costituite da elementi omogenei pulitissimi ed esenti da materie terrose, argillose e limacciose e dovranno provenire da rocce compatte, non gessose e marnose ad alta resistenza a compressione.

I pietrischi dovranno provenire dalla spezzettatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o a calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto e all'abrasione, al gelo ed avranno spigolo vivo; dovranno essere scevri da materie terrose, sabbia e materie eterogenee. Sono assolutamente escluse le rocce marnose.

Gli elementi di ghiaie e pietrischi dovranno essere tali da passare attraverso un vaglio a fori circolari del diametro:

- di cm 5 se si tratta di lavori correnti di fondazione o di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpe e simili;
- di cm 4 se si tratta di volti di getto;
- di cm 1 a 3 se si tratta di cappe di volti o di lavori in cemento armato od a pareti sottili.

Gli elementi più piccoli di ghiaie e pietrischi non devono passare in un vaglio a maglie rotonde di 1 cm di diametro, salvo quando vanno impiegati in cappe di volti od in lavori in cemento armato od a pareti sottili, nei quali casi sono ammessi anche elementi più piccoli.

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

Argille espanse - Materiali sotto forma di granuli da usarsi come inerti per il confezionamento di calcestruzzi leggeri. Fabbricate tramite cottura di piccoli grumi ottenuti agglomerando l'argilla con poca acqua. Ogni granulo di colore bruno dovrà avere forma rotondeggiante, diametro compreso tra 8 e 15 mm, essere scevro da sostanze organiche, polvere od altri elementi estranei, non dovrà essere attaccabile da acidi, dovrà conservare le sue qualità in un largo intervallo di temperatura.

In genere le argille espanse dovranno essere in grado di galleggiare sull'acqua senza assorbirla. Sarà comunque possibile utilizzare argille espanse pre-trattate con resine a base siliconica in grado di conferire all'inerte la massima impermeabilità evitando fenomeni di assorbimento di acque anche in minime quantità.

I granuli potranno anche essere sinterizzati tramite appositi procedimenti per essere trasformati in blocchi leggeri che potranno utilizzarsi per pareti isolanti.

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

Pietre naturali - Le pietre naturali da impiegarsi nella muratura e per qualsiasi altro lavoro, dovranno essere a grana compatta, esenti da piani di sfaldamento, da screpolature, peli, venature, interclusioni di sostanze estranee; dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego, offrire una resistenza proporzionata all'entità della sollecitazione cui devono essere soggette, ed avere una efficace adesività alle malte.

Saranno assolutamente escluse le pietre marnose e quelle alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.

In particolare le caratteristiche alle quali dovranno soddisfare le pietre naturali da impiegare nella costruzione in relazione alla natura della roccia prescelta, tenuto conto dell'impiego che dovrà farsene nell'opera da costruire, dovranno corrispondere alle norme di cui al R.D. del 16.11.1939 nn. 2229 e 2232 (G.U. n. 92/1940), nonché alle norme UNI 8458-83 e 9379-89, e, se nel caso, dalle «norme per l'accettazione dei cubetti di pietra per pavimentazioni stradali» CNR Ediz.1954 e dalle tabelle UNI 2719-Ediz.1945.

Pietre da taglio - Oltre a possedere i requisiti ed i caratteri generali sopra indicati, dovranno avere struttura uniforme, essere scevre da fenditure, cavità e litoclasti, sonore alla percussione, e di perfetta lavorabilità. Per le opere a «faccia a vista» sarà vietato l'impiego di materiali con venature disomogenee o, in genere, di brecce.

Tufi - Dovranno essere di struttura litoide, compatto ed uniforme, escludendo quello pomicioso e quello facilmente friabile.

Ardesia - In lastre per copertura dovrà essere di prima scelta e di spessore uniforme: le lastre dovranno essere sonore, di superficie piuttosto rugosa che liscia e scevre da inclusioni e venature.

Marmi - Dovranno essere della migliore qualità, perfettamente sani, senza scaglie, brecce, vene, spaccature, nodi peli od altri difetti che li renderebbero fragili e poco omogenei. Non saranno tollerate stuccature, tasselli, rotture, scheggiature.

Art. 3. ACQUA, CALCI, POZZOLANE, LEGANTI IDRAULICI, LEGANTI IDRAULICI SPECIALI E LEGANTI SINTETICI

Acqua per costruzioni - L'acqua dovrà essere dolce, limpida, e scevra da sostanze organiche, materie terrose, cospicue quantità di solfati e cloruri.

Dovrà possedere una durezza massima di 32° MEC. Sono escluse acque assolutamente pure, piovane e di nevai.

Acqua per puliture - Dovranno essere utilizzate acque assolutamente pure, prive di sali e calcari. Per la pulitura di manufatti a pasta porosa si dovranno utilizzare acque deionizzate ottenute tramite l'utilizzo di appositi filtri contenenti resine scambiatrici di ioni acide (RSO₃H) e basiche (RNH₃OH) rispettivamente. Il processo di deionizzazione non rende le acque sterili, nel caso in cui sia richiesta sterilità, si potranno ottenere acque di quel tipo operando preferibilmente per via fisica.

Calce - Le calce aeree ed idrauliche dovranno rispondere ai requisiti di accettazione vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori.

La *calce grassa* in zolle dovrà provenire da calcari puri, essere di recente, perfetta ed uniforme cottura, non bruciata né vitrea né pigra ad idratarsi ed infine di qualità tale che, mescolata con la sola quantità di acqua dolce necessaria all'estinzione, si trasformi completamente in una pasta soda a grassello tenuissimo, senza lasciare residui maggiori del 5% dovuti a parti non ben decarburate, siliciose od altrimenti inerti.

L'impiego delle calci è regolato in Italia dal R.D. n 2231 del 1939 e s.m.i. che considera i seguenti tipi di calce:

- calce grassa in zolle, cioè calce viva in pezzi, con contenuto di ossidi di calcio e magnesio non inferiore non inferiore al 94 % e resa in grassello non inferiore al 2,5 %;
- calce magra in zolle o calce viva contenente meno del 94 % di ossidi di calcio e magnesio e con resa in grassello non inferiore a 1,5 %;
- calce idrata in polvere ottenuta dallo spegnimento della calce viva, si distingue in:
 - fiore di calce, quando il contenuto minimo di idrossidi Ca (OH)₂ + Mg (HO)₂ non è inferiore al 91 %.
 - calce idrata da costruzione quando il contenuto minimo di Ca (OH)₂ + Mg (HO)₂ non è inferiore all'82 %.

In entrambi i tipi di calce idrata il contenuto massimo di carbonati e di impurità non dovrà superare il 6 % e l'umidità il 3 %.

Per quanto riguarda la finezza dei granuli, la setacciatura dovrà essere praticata con vagli aventi fori di 0,18 mm. e la parte trattenuta dal setaccio non dovrà superare l'1 % nel caso del fiore di calce, e il 2 % nella calce idrata da costruzione; se invece si utilizza un setaccio da 0,09 mm. la parte trattenuta non dovrà essere superiore al 5 % per il fiore di calce e del 15 % per la calce idrata da costruzione.

Il materiale dovrà essere opportunamente confezionato, protetto dalle intemperie e conservato in locali asciutti. Sulle confezioni dovranno essere ben visibili le caratteristiche (peso e tipo di calce) oltre al nome del produttore e/o distributore.

Leganti idraulici - I cementi e le calce idrauliche dovranno avere i requisiti di cui alla legge n. 595 del 26 maggio 1965; le norme relative all'accettazione e le modalità d'esecuzione delle prove di idoneità e collaudo saranno regolate dal successivo D.M. del 3 giugno 1968 e dal D.M. 20.11.1984 e s.m.i..

I cementi potranno essere forniti sfusi e/o in sacchi sigillati. Dovranno essere conservati in locali coperti, asciutti, possibilmente sopra pallet in legno, coperti e protetto da appositi teli. Se sfusi i cementi dovranno essere trasportati con idonei mezzi, così pure il cantiere dovrà essere dotato di mezzi atti allo scarico ed all'immagazzinaggio in appositi silos; dovranno essere separati per tipi e classi identificandoli con appositi cartellini.

Dovrà essere utilizzata una bilancia per il controllo e la formazione degli impasti.

I cementi forniti in sacchi dovranno avere riportato sugli stessi il nominativo del produttore, il peso, la qualità del prodotto, la quantità d'acqua per malte normali e la resistenza minima a compressione ed a trazione a 28 giorni di stagionatura.

L'introduzione in cantiere di ogni partita di cemento dovrà essere annotata sul giornale dei lavori e sul registro dei getti. Tutti i cementi che all'atto dell'utilizzo dovessero risultare alterati verranno rifiutati ed allontanati.

Pozzolane - Le pozzolane saranno ricavate da strati privi di cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o da parti inerti; qualunque sia la loro provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dal R.D. 16.11.39 n. 2230 e s.m.i.

Gessi - Dovranno essere di recente cottura, perfettamente asciutti, di fine macinazione in modo da non lasciare residui sullo staccio da 56 maglie a centimetro quadrato, scevro da materie eterogenee e senza parti alterate per estinzione spontanea. I gessi dovranno essere conservati in locali coperti e ben riparati dall'umidità, approvvigionati in sacchi sigillati con stampigliato il nominativo del produttore e la qualità del materiale contenuto.

Non andranno comunque mai usati in ambienti umidi né in ambienti con temperature superiori ai 110°C. Non dovranno inoltre essere impiegati a contatto di leghe di ferro.

I gessi per l'edilizia vengono distinti in base alla loro destinazione (per muri, per intonaci, per pavimenti, per usi vari). Le loro caratteristiche fisiche (granulometria, resistenze, tempi di presa) e chimiche (tenore solfato di calcio, tenore di acqua di costituzione, contenuto di impurezze) vengono fissate dalla norma UNI 6782.

Agglomerati cementizi - A lenta presa - cementi tipo Portland normale, pozzolanico, d'altoforno e alluminoso. L'inizio della presa deve avvenire almeno entro un'ora dall'impasto e terminare entro 6-12 ore - a rapida presa - miscele di cemento alluminoso e di cemento Portland con rapporto in peso fra i due leganti prossimi a uno da impastarsi con acqua. L'impiego dovrà essere riservato e limitato ad opere aventi carattere di urgenza o di provvisorietà e con scarse esigenze statiche.

Gli agglomerati cementizi rispondono a norme fissate dal D.M. 31 agosto 1972 e s.m.i..

Resine sintetiche - Ottenute con metodi di sintesi chimica, sono polimeri ottenuti partendo da molecole di composti organici semplici, per lo più derivati dal petrolio, dal carbon fossile o dai gas petroliferi.

Quali materiali organici, saranno da utilizzarsi sempre e solo in casi particolari e comunque puntuali, mai generalizzando il loro impiego, dietro esplicita indicazione di progetto e della D.L. la sorveglianza e l'autorizzazione degli organi preposti alla tutela del bene oggetto di intervento.

In ogni caso in qualsiasi intervento di conservazione e restauro sarà assolutamente vietato utilizzare prodotti di sintesi chimica senza preventive analisi di laboratorio, prove applicative, schede tecniche e garanzie da parte delle ditte produttrici. Sarà vietato il loro utilizzo in mancanza di una comprovata compatibilità fisica, chimica e meccanica con i materiali direttamente interessati all'intervento o al loro contorno.

La loro applicazione dovrà sempre essere a cura di personale specializzato nel rispetto della normativa sulla sicurezza degli operatori/applicatori.

Le proprietà e metodi di prova su tali materiali sono stabiliti dall'UNI e dalla sua sezione chimica (UNICHIM), oltre a tutte le indicazioni fornite dalle raccomandazioni NORMAL.

- *Resine acriliche* - Polimeri di addizione dell'estere acrilico o di suoi derivati. Termoplastiche, resistenti agli acidi, alle basi, agli alcoli in concentrazione sino al 40%, alla benzina, alla trementina. Resine di massima trasparenza, dovranno presentare buona durezza e stabilità dimensionale, buona idrorepellenza e resistenza alle intemperie. A basso peso molecolare presentano bassa viscosità e possono essere lavorate ad iniezione. Potranno essere utilizzate quali consolidanti ed adesivi, eventualmente miscelati con siliconi, con siliconato di potassio ed acqua di calce. Anche come additivi per aumentare l'adesività (stucchi, malte fluide).
- *Resine epossidiche* - Si ottengono per policondensazione tra cloridrina e bisfenolisopropano, potranno essere del tipo solido o liquido. Per successiva reazione dei gruppi epossidici con un indurente, che ne caratterizza il comportamento, (una diammina) si ha la formazione di strutture reticolate e termoindurenti. Data l'elevata resistenza chimica e meccanica possono essere impiegate per svariati usi. Come rivestimenti e vernici protettive, adesivi strutturali, laminati antifiama. Caricate con materiali fibrosi (fibre di lana di vetro o di roccia) raggiungono proprietà meccaniche molto vicine a quelle dell'acciaio. Si potranno pertanto miscelare (anche con cariche minerali, riempitivi, solventi ed addensanti), ma solo dietro esplicita richiesta ed approvazione della D.L.

- *Resine poliesteri* - Derivate dalla reazione di policondensazione dei glicoli con gli acidi bi basici insaturi o loro anidridi. Prima dell'indurimento potranno essere impastati con fibre di vetro, di cotone o sintetiche per aumentare la resistenza dei prodotti finali. Come riempitivi possono essere usati calcari, gesso, cementi e sabbie.
Le caratteristiche meccaniche, le modalità applicative e gli accorgimenti antinfortunistici sono regolati dalle norme UNICHIM.
- *Resine poliesteri* - Derivate dalla reazione di policondensazione dei glicoli con gli acidi polibasici e le loro anidridi, potranno essere usate sia come semplici polimeri liquidi sia in combinazione con fibre di vetro, di cotone o sintetiche o con calcari, gesso, cementi e sabbie.
Anche per le resine poliesteri valgono le stesse precauzioni, divieti e modalità d'uso enunciati a proposito delle resine epossidiche.
Le loro caratteristiche meccaniche, le modalità d'applicazione e gli accorgimenti antinfortunistici sono regolati dalle norme UNICHIM.

Art. 4. LATERIZI

I laterizi da impiegare per i lavori di qualsiasi genere, dovranno corrispondere alle norme per l'accettazione di cui al R.D. 16 novembre 1939, n. 2233, e Decreto Ministeriale 30 maggio 1974 allegato 7 e s.m.i., ed alle norme UNI vigenti.

I mattoni pieni per uso corrente dovranno essere parallelepipedi, di lunghezza doppia della larghezza, di modello costante, e presentare, sia all'asciutto che dopo la prolungata immersione nell'acqua, una resistenza alla compressione non inferiore a kg per cm² (UNI 5632-65).

I mattoni pieni o semipieni di paramento dovranno essere di forma regolare, dovranno avere la superficie completamente integra e di colorazione uniforme per l'intera partita. Le liste in laterizio per rivestimenti murari (UNI 5632), a colorazione naturale o colorate con componenti inorganici, possono avere nel retro tipi di riquadri in grado di migliorare l'aderenza con le malte o possono anche essere foggiate con incastro a coda di rondine. Per tutti i laterizi è prescritto un comportamento non gelivo, una resistenza cioè ad almeno 20 cicli alternati di gelo e disgelo eseguiti tra i + 50 e -20°C.

Saranno da escludersi la presenza di noduli bianchi di carbonato di calcio come pure di noduli di ossido di ferro. I mattoni forati, le volterrane ed i tavelloni dovranno pure presentare una resistenza alla compressione di almeno kg 16 per cm² di superficie totale premuta (UNI 5631-65; 2105-07).

Le tegole piane o curve, di qualunque tipo siano, dovranno essere esattamente adattabili le une sulle altre, senza sbavature e presentare tinta uniforme; appoggiate su due regoli posti a mm 20 dai bordi estremi dei due lati corti, dovranno sopportare, sia un carico concentrato nel mezzo gradualmente crescente fino a kg 120, sia l'urto di una palla di ghisa del peso di kg 1 cadente dall'altezza di cm. 20.

Sotto un carico di mm 50 d'acqua mantenuta per 24 ore le tegole dovranno risultare impermeabili (UNI 2619-20-21-22).

Le tegole piane infine non dovranno presentare difetto alcuno nel nasello.

Art. 5. MATERIALI FERROSI E METALLI VARI

Materiali ferrosi - I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciate, paglie o da qualsiasi altro difetto prescritto (UNI 2623-29). Fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili.

Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dal citato D.M. 30 maggio 1974 e s.m.i. (allegati nn. 1, 3, 4) ed alle norme UNI vigenti e presentare inoltre, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti.

1. *Ferro* - Il ferro comune dovrà essere di prima qualità, eminentemente duttile e tenace e di marcatissima struttura fibrosa. Esso dovrà essere malleabile, liscio alla superficie esterna, privo di screpolature, senza saldature aperte, e senza altre soluzioni di continuità.
2. *Acciaio trafilato o laminato* - Tale acciaio, nella varietà dolce (cosiddetto ferro omogeneo), semiduro e duro, dovrà essere privo di difetti, di screpolature, di bruciature e di altre soluzioni di continuità. In particolare, per la prima varietà sono richieste perfette malleabilità e lavorabilità a fresco e a caldo, senza che ne derivino screpolature o alterazioni; esso dovrà essere altresì saldabile e non suscettibile di prendere la temperatura; alla rottura dovrà presentare struttura lucente e finemente granulare.
3. *Acciaio fuso in getti* - L'acciaio fuso in getti per cuscinetti, cerniere, rulli o per qualsiasi altro lavoro, dovrà essere di prima qualità, esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto.
4. *Ghisa* - La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello; di fattura grigia finemente granosa e perfettamente

omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomare la resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata. È assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose.

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

Art. 6. LEGNAMI

I legnami da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenze essi siano dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al D.M. 30 ottobre 1912 e s.m.i. e alle norme UNI vigenti; saranno provveduti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati.

I legnami destinati alla costruzione degli infissi dovranno essere di prima scelta, di struttura e fibra compatta e resistente, non deteriorata, perfettamente sana, dritta e priva di spaccature sia in senso radicale che circolare. Essi dovranno essere perfettamente stagionati, a meno che non siano stati essiccati artificialmente, presentare colore e venatura uniforme, essere privi di alborno ed esenti da nodi, cipollature, buchi, od altri difetti.

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozze dalla sega e si ritirino nelle connessure.

I legnami rotondi o pali dovranno provenire dal tronco dell'albero e non dai rami, dovranno essere sufficientemente dritti, in modo che la congiungente i centri delle due basi non debba uscire in alcun punto dal palo, dovranno essere scortecciati per tutta la lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza fra i diametri medi dalle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza né il quarto del maggiore dei 2 diametri.

Nei legnami grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene l'alborno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, e con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alborno né smussi di sorta.

Art. 7. MATERIALI PER PAVIMENTAZIONI

I materiali per pavimentazioni, piastrelle di argille, mattonelle e marmette di cemento, mattonelle greificate, lastre e quadrelli di marmo, mattonelle di asfalto, dovranno corrispondere alle norme di accettazione di cui al R.D. del 16 novembre 1939, n. 2234 e s.m.i. ed alle norme UNI vigenti:

Mattonelle, marmette e pietrini di cemento - Le mattonelle, le marmette ed i pietrini di cemento dovranno essere di ottima fabbricazione e compressione meccanica, stagionati da almeno tre mesi, ben calibrati, a bordi sani e piani; non dovranno presentare né carie, né peli, né tendenza al distacco tra il sottofondo e lo strato superiore.

La colorazione del cemento dovrà essere fatta con colori adatti, amalgamati, uniformi.

Le mattonelle, di spessore complessivo non inferiore a mm 25, avranno uno strato superficiale di assoluto cemento colorato non inferiore a mm 7.

Le marmette avranno anch'esse uno spessore complessivo di mm 25 con strato superficiale di spessore costante non inferiore a mm 7 costituito da un impasto di cemento, sabbia e scaglie di marmo.

I pietrini avranno uno spessore complessivo non inferiore a mm 30 con lo strato superficiale di assoluto cemento di spessore non inferiore a mm 8; la superficie di pietrini sarà liscia, bugnata o scandalata secondo il disegno che sarà prescritto.

Pietrini e mattonelle di terrecotte greificate - Le mattonelle e i pietrini saranno di prima scelta, greificati per tutto intero lo spessore, inattaccabili dagli agenti chimici e meccanici, di forme esattamente regolari, a spigoli vivi, a superficie piana.

Sottoposte ad un esperimento di assorbimento mediante gocce d'inchiostro, queste non dovranno essere assorbite neanche in minima misura.

Le mattonelle saranno fornite nella forma, colore e dimensione che saranno richieste dalla Direzione dei lavori.

Granaglia per pavimenti alla veneziana - La granaglia di marmo o di altre pietre idonee dovrà corrispondere, per tipo e granulosità, ai campioni di pavimento prescelti e risultare perfettamente scevra di impurità.

Pezzami per pavimenti a bolle-tonato - I pezzami di marmo o di altre pietre idonee dovranno essere costituiti da elementi, dello spessore da 2 a 3 cm di forma e dimensioni opportune secondo i campioni prescelti.

Linoleum e rivestimenti in plastica - Dovranno rispondere alle norme vigenti, presentare superficie liscia priva di discontinuità, strisciature, macchie e screpolature.

Salvo il caso di pavimentazione da sovrapporsi ad altre esistenti, gli spessori non dovranno essere inferiori a mm con una tolleranza non inferiore al 5%. Lo spessore verrà determinato come media di dieci misurazioni eseguite sui campioni prelevati, impiegando un calibro che dia l'approssimazione di 1/10 di millimetro con piani di posamento del diametro di almeno mm 10.

Il peso a metro quadrato non dovrà essere inferiore a kg per millimetro di spessore. Il peso verrà determinato sopra provini quadrati del lato di 0,50 cm con pesature che diano l'approssimazione di un grammo.

Esso non dovrà avere stagionatura inferiore a mesi quattro.

Tagliando i campioni a 45 gradi nello spessore, la superficie del taglio dovrà risultare uniforme e compatta, dovrà essere perfetto il collegamento fra i vari strati.

Un pezzo di tappeto di forma quadrata di 0,20 cm di lato dovrà potersi curvare col preparato in fuori sopra un cilindro del diametro 10 x (s + 1) millimetri, dove s rappresenta lo spessore in millimetri, senza che si formino fenditure e screpolature.

Art. 8. COLORI E VERNICI

Pitture, idropitture, vernici e smalti dovranno essere di recente produzione, non dovranno presentare fenomeni di sedimentazione o di addensamento, peli, gelatinizzazioni. Verranno approvvigionati in cantiere in recipienti sigillati recanti l'indicazione della ditta produttrice, il tipo, la qualità, le modalità d'uso e di conservazione del prodotto, la data di scadenza. I recipienti andranno aperti solo al momento dell'impiego e in presenza della D.L. I prodotti dovranno essere pronti all'uso fatte salve le diluizioni previste dalle ditte produttrici nei rapporti indicati dalle stesse; dovranno conferire alle superfici l'aspetto previsto e mantenerlo nel tempo.

Per quanto riguarda i prodotti per la pitturazione di strutture murarie saranno da utilizzarsi prodotti non pellicolanti secondo le definizioni della norma UNI 8751 anche recepita dalla Raccomandazione NORMAL M 04/85. Tutti i prodotti dovranno essere conformi alle norme UNI e UNICHIM vigenti ed in particolare. UNI 4715, UNI 8310 e 8360 (massa volumica), 8311 (PH) 8306 e 8309 (contenuto di resina, pigmenti e cariche), 8362 (tempo di essiccazione).

Metodi UNICHIM per il controllo delle superfici da verniciare: MU 446, 456-58, 526, 564, 579, 585. Le prove tecnologiche da eseguirsi prima e dopo l'applicazione faranno riferimento alle norme UNICHIM, MU 156, 443, 444, 445, 466, 488, 525, 580, 561, 563, 566, 570, 582, 590, 592, 600, 609, 610, 611.

Sono prove relative alle caratteristiche del materiale: campionamento, rapporto pigmenti-legante, finezza di macinazione, consumo, velocità di essiccamento, spessore; oltre che alla loro resistenza: agli agenti atmosferici, agli agenti chimici, ai cicli termici, ai raggi UV, all'umidità.

In ogni caso i prodotti da utilizzarsi dovranno avere ottima penetrabilità, compatibilità con il supporto, garantendogli buona traspirabilità. Tali caratteristiche risultano certamente prevalenti rispetto alla durabilità dei cromatismi.

Nel caso in cui si proceda alla pitturazione e/o verniciatura di edifici e/o manufatti di chiaro interesse storico, artistico, posti sotto tutela, o su manufatti sui quali si sono effettuati interventi di conservazione e restauro, si dovrà procedere dietro specifiche autorizzazioni della D.L. e degli organi competenti. In questi casi sarà assolutamente vietato utilizzare prodotti a base di resine sintetiche.

Olio di lino cotto - L'olio di lino cotto dovrà essere ben depurato, presentare un colore assai chiaro e perfettamente limpido, di odore forte ed amarissimo al gusto, scevro da alterazioni con olio minerale, olio di pesce ecc. Non dovrà lasciare alcun deposito né essere rancido, e disteso sopra una lastra di vetro o di metallo dovrà essiccare completamente nell'intervallo di 24 ore.

L'acidità massima sarà in misura del 7%, impurità non superiore al 1% ed alla temperatura di 15 °C presenterà una densità compresa fra 0,91 e 0,93.

Acquaragia - (senza essenza di trementina).- Dovrà essere limpida, incolore, di odore gradevole e volatilissima. La sua densità a 15 °C sarà di 0,87.

Biacca - La biacca o cerussa (carbonato basico di piombo) deve essere pura, senza miscele di sorta e priva di qualsiasi traccia di solfato di bario.

Bianco di zinco - Il bianco di zinco dovrà essere in polvere finissima, bianca, costituita da ossido di zinco e non dovrà contenere più del 4% di sali di piombo allo stato di solfato, né più del 1% di altre impurità; l'umidità non deve superare il 3%.

Minio - Sia di piombo (sequiossido di piombo) che di alluminio (ossido di alluminio) dovrà essere costituito da polvere finissima e non dovrà contenere colori derivati dall'anilina, né oltre il 10% di sostanze (solfato di bario ecc.).

Latte di calce - Il latte di calce sarà preparato con calce grassa, perfettamente bianca, spenta per immersione. Vi si potrà aggiungere la quantità di nero fumo strettamente necessaria per evitare la tinta giallastra.

Colori all'acqua, a colla o ad olio - Le terre coloranti destinate alle tinte all'acqua, a colla o ad olio, saranno finemente macinate e prive di sostanze eterogenee e dovranno venire perfettamente incorporate nell'acqua, nelle colle e negli oli, ma non per infusione. Potranno essere richieste in qualunque tonalità esistente.

Vernici - Le vernici che s'impiegheranno per gli interni saranno a base di essenza di trementina e gomme pure di qualità scelte; disciolte nell'olio di lino dovranno presentare una superficie brillante. È fatto divieto l'impiego di gomme prodotte da distillazione.

Encaustici - Gli encaustici potranno essere all'acqua o all'essenza, secondo le disposizioni della D.L. La cera gialla dovrà risultare perfettamente disciolta, a seconda dell'encaustico adottato, o nell'acqua calda alla quale sarà aggiunto del sale di tartaro, o nell'essenza di trementina.

Smalti - Potranno essere composti da resine naturali o sintetiche, oli, resine sintetiche, pigmenti cariche minerali ed ossidi vari. Dovranno possedere forte potere coprente, facilità di applicazione, luminosità e resistenza agli urti.

Pitture ad olio ed oleosintetiche - Potranno essere composte da oli, resine sintetiche, pigmenti e sostanze coloranti. Dovranno possedere un alto potere coprente, risultare resistenti all'azione degradante dell'atmosfera, delle piogge acide, dei raggi ultravioletti.

Pitture all'acqua (idropitture) - Sospensioni acquose di sostanza inorganiche, contenenti eventualmente delle colle o delle emulsioni di sostanza macromolecolari sintetiche.

- *Tempere* - sono sospensioni acquose di pigmenti e cariche (calce, gesso, carbonato di calcio finemente polverizzati), contenenti come leganti colle naturali o sintetiche (caseina, vinavil, colla di pesce). Si utilizzeranno esclusivamente su pareti interne intonacate, preventivamente preparate con più mani di latte di calce, contenente in sospensione anche gessi il polvere fine.
Le pareti al momento dell'applicazione dovranno essere perfettamente asciutte.
Dovranno possedere buon potere coprente e sarà ritinteggiabile.
- *Tinte a calce* - costituite da una emulsione di calce idrata o di grassello di calce in cui vengono stemperati pigmenti inorganici che non reagiscono con l'idrossido di calcio. L'aderenza alle malte viene migliorata con colle artificiali, animali e vegetali.
Si potranno applicare anche su pareti intonacate di fresco utilizzando come pigmenti terre naturali passate al setaccio. Per interventi conservativi potranno essere utilizzate velature di tinte a calce fortemente stemperate in acqua in modo da affievolire il potere coprente, rendendo la tinta trasparente.
- *Pitture ai silicati* - sono ottenute sospendendo in una soluzione di vetro solubile (silicati di sodio e di potassio) pigmenti inorganici o polveri di caolino, talco o gesso. Dovranno assicurare uno stabile legame con il supporto che andrà opportunamente preparato eliminando completamente tracce di precedenti tinteggiature. Non si potranno applicare su superfici precedentemente tinteggiate con pitture a calce.
- *Pitture cementizie* - sospensioni acquose di cementi colorati contenenti colle. Dovranno essere preparate in piccoli quantitativi a causa del velocissimo tempo di presa. L'applicazione dovrà concludersi entro 30 minuti dalla preparazione, prima che avvenga la fase di indurimento. Terminata tale fase sarà fatto divieto diluirle in acqua per eventuali riutilizzi.
- *Pitture emulsionate* - emulsioni o dispersioni acquose di resine sintetiche e pigmenti con eventuali aggiunte di prodotti plastificanti (solitamente dibutilftalato) per rendere le pellicole meno rigide. Poste in commercio come paste dense, da diluirsi in acqua al momento dell'impiego. Potranno essere utilizzate su superfici interne ed esterne. Dovranno essere applicate con ottima tecnica e possedere colorazione uniforme. Potranno essere applicate anche su calcestruzzi, legno, cartone ed altri materiali. Non dovranno mai essere applicate su strati preesistenti di tinteggiatura, pittura o vernice non perfettamente aderenti al supporto.

Pitture antiruggine e anticorrosive - Dovranno essere rapportate al tipo di materiale da proteggere ed alle condizioni ambientali. Il tipo di pittura verrà indicato dalla D.L. e potrà essere del tipo oleosintetica, ad olio, al cromato di zinco.

Pitture e smalti di resine sintetiche - Ottenute per sospensioni dei pigmenti e delle cariche in soluzioni organiche di resine sintetiche, possono anche contenere oli siccativi (acriliche, alchidiche, oleoalchidiche, cloroviniliche, epossidiche, poliuretaniche, poliesteri, al clorocaucciù, siliconiche). Essiccano con grande rapidità formando pellicole molto dure.

Dovranno essere resistenti agli agenti atmosferici, alla luce, agli urti. Si utilizzeranno dietro precise indicazioni della D.L. che ne verificherà lo stato di conservazione una volta aperti i recipienti originali.

Pitture intumescenti - Sono in grado di formare pellicole che si gonfiano in caso di incendio, producendo uno strato isolante poroso in grado di proteggere dal fuoco e dal calore il supporto su cui sono applicate.

Dovranno essere della migliore qualità, fornite nelle confezioni originali sigillate e di recente preparazione. Da utilizzarsi solo esclusivamente dietro precise indicazioni della D.L.

Art. 9. MATERIALI DIVERSI

Vetri e cristalli - I vetri e i cristalli dovranno essere, per le richieste dimensioni, di un solo pezzo, di spessore uniforme, di prima qualità, perfettamente incolori molto trasparenti, prive di scorie, bolle, soffiature, ondulazioni, nodi, opacità lattiginose, macchie e di qualsiasi altro difetto.

I vetri per l'edilizia piani e trasparenti dovranno rispondere alle norme UNI 5832, 6123, 6486, 6487 con le seguenti denominazioni riguardo agli spessori espressi in mm:

- sottile (semplice) 2 (1,8-2,2);
- normale (semi-doppi) 3 (2,8-3,2);
- forte (doppio) 4 (3,7-4,3);
- spesso (mezzo cristallo) 5-8;
- ultraspeso (cristallo) 10-19.

Per quanto riguarda i vetri piani stratificati con prestazioni antivandalismo e anticrimine si seguiranno le norme UNI 9186-87, mentre se con prestazioni anti-proiettile le UNI 9187-87.

Materiali ceramici - I prodotti ceramici più comunemente usati per apparecchi igienico-sanitari, rivestimento di pareti, tubazioni ecc., dovranno presentare struttura omogenea, superficie perfettamente liscia, non scheggiata e di colore uniforme, con lo smalto privo assolutamente di peli, cavillature, bolle, soffiature e simili difetti.

Gli apparecchi igienico-sanitari in ceramica saranno accettati se conformi alle norme UNI 4542, 4543, 4848, 4849, 4850, 4851, 4852, 4853, 4854.

Prodotti per opere di impermeabilizzazione - Sono costituiti da bitumi, paste e mastici bituminosi, cartonfeltri bitumati, fogli e manti bituminosi prefabbricati, vernici bituminose, guaine. Il loro impiego ed il loro sistema applicativo verrà sempre concordato con la D.L. in base alle esigenze ed al tipo di manufatto da proteggere.

- *Bitumi di spalmatura* - classificati in UNI 4157
- *Paste e mastici bituminosi* - caricati di polveri inorganiche e/o di fibre; UNI 4377-85, 5654-59.
- *Cartonfeltri bitumati* - feltri di fibre di carta impregnati o ricoperti con bitume; UNI 3682,3888, 4157.
- *Fogli e manti bituminosi* - membrane o guaine prefabbricate, rinforzati con fibre di vetro o materiale sintetico. Oltre al bitume potranno contenere resine sintetiche (membrane bitume-polimero) o degli elastomeri (membrane bitume-elastomero). Potranno essere accoppiate con fogli di alluminio, di rame, con scaglie di ardesia, graniglia di marmo o di quarzo: UNI 5302, 5958, 6262-67, 6484-85, 6536-40, 6718, 6825. Tutte le prove saranno quelle prescritte dalla norma UNI 3838 (stabilità di forma a caldo, flessibilità, resistenza a trazione, scorrimento a caldo, impermeabilità all'acqua, contenuto di sostanze solubili in solfuro di carbonio, invecchiamento termico, lacerazione, punzonamento).
- *Vernici bituminose* - ottenute da bitumi fluidizzati con solventi organici. Saranno da utilizzarsi quali protettivi e/o vernicianti per i manti bituminosi. Potranno pertanto essere pigmentate con polvere di alluminio o essere emulsionate con vernici acriliche.
- *Guaine antiradice* - Guaine in PVC plastificato monostrato, armato con velo di vetro e spalmato sulle due facce del velo stesso o guaine multistrato di bitume polipropilene su supporto di non tessuto in poliestere da filo continuo.

Dovranno possedere una specifica capacità di resistenza all'azione di penetrazione meccanica e disgregatrice delle radici, dei microrganismi e dei batteri viventi nei terreni della vegetazione di qualsiasi specie, conferita da sostanze bio-stabilizzatrici presenti nella miscela del componente principale della guaina stessa.

- *Guaine in PVC plastificato* - Le guaine in PVC plastificato dovranno avere ottime caratteristiche di resistenza a trazione, ad allungamento e rottura ed una resistenza alla temperatura esterna da -20 a +75 °C. Dovranno avere tutti i requisiti conformi alle norme UNI vigenti per quanto riguarda classificazione, metodi di prova, norme di progettazione.

Le membrane, le guaine e in genere i prodotti prefabbricati per impermeabilizzazioni e coperture continue e relativi strati e trattamenti ad esse contigui e funzionali dovranno rispondere alle norme UNI 8202/1-35, UNI 8629/1-6, UNI 8818-86, UNI 8898/1-7, UNI 9168-87, UNI 9307-88, UNI 9380-89.

Nello specifico i seguenti materiali dovranno garantire le caratteristiche sotto riportate od altre qualitativamente equivalenti:

- *Mastice di rocce asfaltiche e mastice di asfalto sintetico*

TIPO	Indice di penetrazione	Penetrazione a 25°C	Punto di rammollimento	Punto di infiammabilità (Cleveland)	Solubilità al cloruro di carbonio	Volatilità a 136°C per 5 ore	Penetrazione a 25°C del residuo della prova di volatilità % del bitume originario
		dmm	°C	°C	%	%	% del bitume originario
	(minimo)	(minimo)	(minimo)	(minimo)	(minimo)	(minimo)	(minimo)
0	0	40	55	230	99,5	0,3	75
15	+1,5	35	65	230	99,5	0,3	75
25	+2,5	20	80	230	00,5	0,3	75

- *Cartefeltro*

TIPO	Peso al mc.	Contenuto di lana	Contenuto di cotone, juta ed altre fibre tessili naturali	Residui ceneri	Umidità	Potere di assorbimento in oliodi antracene	Carico di rottura a trazione nel senso longitudinale delle fibre su striscia di 15 x 180 mm.
	g	%	%	%	%	%	%
224	244+/-12	10	55	10	9	160	2,800
333	333+/-16	12	55	10	9	160	4,00
450	450+/-25	15	55	10	9	160	4,700

- *Cartonfeltro bitumato cilindrato*

Cartefeltre TIPO	Contenuto solubile in solfuro di carbonio peso a mc.	Peso a mc. del cartonfeltro
	g.	g.
	(minimo)	

224	233	450
333	438	670
450	467	900

– *Cartonfeltro bitumato ricoperto*

Cartefeltre TIPO	Contenuto solubile in solfuro di carbonio peso a mc.	Peso a mc. del cartonfeltro
	g. (minimo)	g.
224	660	1200
333	875	1420
450	1200	1850

Additivi - Gli additivi per malte e calcestruzzi sono classificati in fluidificanti, aeranti, acceleranti, ritardanti, antigelo, ecc., dovranno migliorare, a seconda del tipo, le caratteristiche di lavorabilità, impermeabilità, resistenza, durabilità, adesione. Dovranno essere forniti in recipienti sigillati con indicati il nome del produttore, la data di produzione, le modalità di impiego. Dovranno essere conformi alle definizioni e classificazioni di cui alle norme UNI 7101-20, UNI 8145.

Isolanti termo-acustici - Dovranno possedere bassa conducibilità (UNI 7745), essere leggeri, resistenti, incombustibili, volumetricamente stabili e chimicamente inerti, inattaccabili da microrganismi, insetti e muffe, inodori, imputrescibili, stabili all'invecchiamento. Dovranno essere conformi alle normative UNI vigenti.

Gli isolanti termici di sintesi chimica quali polistirene espanso in lastre (normale e autoestinguento), polistirene espanso estruso, poliuretano espanso, faranno riferimento alle norme UNI 7819.

Gli isolanti termici di derivazione minerale quali lana di roccia, lana di vetro, fibre di vetro, sughero, perlite, vermiculite, argilla espansa faranno riferimento alle norme UNI 2090-94, 5958, 6262-67, 6484-85, 6536-47, 6718-24.

L'Appaltatore dovrà fare riferimento alle modalità di posa suggerite dalla ditta produttrice, alle indicazioni di progetto e della D.L., nel pieno rispetto di tutte le leggi che regolamentano la materia sull'isolamento termico degli edifici.

Art. 10. TUBAZIONI

Tubi di ghisa - Saranno perfetti in ogni loro parte, esenti da ogni difetto di fusione, di spessore uniforme e senza soluzione di continuità. Prima della loro messa in opera, a richiesta della D.L., saranno incatramati a caldo internamente ed esternamente.

Tubi in acciaio - Dovranno essere trafilati e perfettamente calibrati. Quando i tubi di acciaio saranno zincati, dovranno presentare una superficie ben pulita e scevra da grumi; lo strato di zinco sarà di spessore uniforme e ben aderente al pezzo, di cui dovrà ricoprire ogni parte.

Tubi di gres - In assenza di specifiche norme UNI si farà riferimento alle vigenti norme ASSORGRES.

I materiali di gres ceramico dovranno essere a struttura omogenea, smaltati interamente ed esternamente con smalto vetroso, non deformati, privi di screpolature, lavorati accuratamente e con innesto o manicotto o bicchiere.

I tubi saranno cilindrici e dritti tollerando solo eccezionalmente nel senso della lunghezza, curvature con freccia inferiore ad 1/100 della lunghezza di ciascun elemento.

In ciascun pezzo i manicotti devono essere conformati in modo da permettere una buona giunzione, l'estremità opposta sarà lavorata esternamente a scanellatura.

I pezzi battuti leggermente con un corpo metallico dovranno rispondere con un suono argentino per denotare buona cottura ed assenza di screpolatura con apparenti.

Lo smalto vetroso deve essere liscio specialmente all'interno, aderire alla pasta ceramica, essere di durezza non inferiore a quella dell'acciaio ed inattaccabile dagli alcali e dagli acidi concentrati, ad eccezione soltanto del fluoridrico.

La massa interna deve essere semifusa, omogenea, senza noduli estranei, assolutamente priva di calce, dura, compatta, resistente agli acidi (escluso il fluoridrico) ed agli alcali, impermeabile, in modo che un pezzo immerso, perfettamente secco, nell'acqua non assorba più del 3,5 per cento in peso; ogni elemento di tubazione, provato isolatamente, deve resistere alla pressione interna di almeno tre atmosfere.

Tubi di cemento - I tubi di cemento dovranno essere confezionati con calcestruzzo sufficientemente ricco di cemento, ben stagionati, ben compatti, levigati, lisci, perfettamente rettilinei a sezione interna esattamente circolare di spessore uniforme e scevri affatto da screpolature. Le superfici interne dovranno essere intonacate e lisciate. La frattura dei tubi di cemento dovrà essere pure compatta, senza fessure ed uniforme. Il ghiaietto del calcestruzzo dovrà essere così intimamente mescolato con la malta, che i grani dovranno rompersi sotto l'azione del martello senza distaccarsi dalla malta.

Tubi in PVC (poli-cloruro di vinile) - Dovranno avere impressi sulla superficie esterna, in modo evidente, il nominativo della ditta costruttrice, il diametro, l'indicazione del tipo e della pressione di esercizio; sulle condotte per acqua potabile dovrà essere impressa una sigla per distinguerle da quelle per altri usi, come disposto dalla Circ.Min.Sanità n.125 del 18 luglio 1967.

I tubi si distinguono come previsto dalle norme UNI 7441-47.

Il Direttore dei lavori potrà prelevare a suo insindacabile giudizio dei campioni da sottoporre a prove, a cura e spese dell'Appaltatore, e qualora i risultati non fossero rispondenti a quelli richiesti, l'Appaltatore sarà costretto alla completa sostituzione della fornitura, ancorché messa in opera, e al risarcimento dei danni diretti ed indiretti.

Tubi di polietilene (PE) - Saranno prodotti con PE puro stabilizzato con nero fumo in quantità del 2-3% della massa, dovranno essere perfettamente atossici ed infrangibili ed in spessore funzionale alla pressione normalizzata di esercizio (PN 2,5 4,6 10). Il tipo a bassa densità risponderà alle norme UNI 6462-63, mentre il tipo ad alta densità alle norme UNI 711, 7612-13-15.

Tubi drenanti in PVC - Saranno in PVC duro ad alto modulo di elasticità, a basso coefficiente di scabrezza, conformi alle DIN 16961, DIN 1187, e DIN 7748.

Per i tubi di adduzione di acqua per uso potabile, agricolo, industriale e per fognatura, dovranno essere garantiti i requisiti di cui alle tabelle allegate al D.M. 12 dicembre 1985.

Art. 11. PRODOTTI PER LA PULIZIA DEI MATERIALI POROSI

Generalità - La pulitura delle superfici esterne di un edificio, è un'operazione complessa e delicata che necessita di un'attenta analisi del quadro patologico generale, di una approfondita conoscenza della specifica natura del degrado, dello stato di consistenza fisico materica dei manufatti.

Un livello di conoscenza indispensabile per identificare la natura del supporto e dell'agente patogeno, per determinare il processo chimico che innesca il degrado e, di conseguenza la scelta dei prodotti e delle metodologie più appropriate di intervento (raccomandazioni NORMAL).

Sarà quindi vietato all'Appaltatore utilizzare prodotti senza la preventiva autorizzazione della D.L. e degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto. Ogni prodotto potrà essere utilizzato previa esecuzione di idonee prove applicative eseguite in presenza della D.L. e dietro sua specifica indicazione.

In ogni caso ogni intervento di pulitura dovrà esclusivamente preoccuparsi di eliminare tutte quelle forme patologiche in grado di generare degrado al manufatto, senza pensare quindi all'aspetto estetico e cromatico post-intervento. Qualsiasi operazione di pulitura infatti genera un'azione comunque abrasiva nei confronti dei materiali, andando sempre e in ogni modo ad intaccare (seppur minimamente) la loro pellicola naturale (pelle) che si dovrà cercare di conservare integralmente. I singoli prodotti andranno utilizzati puntualmente, mai generalizzandone l'applicazione, partendo sempre e comunque da operazioni più blande passando via a quelle più forti ed aggressive.

Pulitura con acqua nebulizzata - L'utilizzo di acqua per la pulitura dei materiali porosi richiederà la massima attenzione in primo luogo nei confronti dei materiali stessi che non devono risultare eccessivamente assorbenti.

L'acqua dovrà essere pura, scevra da sostanze inquinanti e sali, deionizzata e/o distillata. Le particelle d'acqua dovranno avere dimensioni medie comprese tra 5 e 10 micron. L'irrorazione utilizzerà una pressione di circa 3 atmosfere. L'operazione dovrà essere effettuata con temperatura esterna di almeno 14 gradi centigradi ed effettuata ad intervalli regolari, in ogni caso il tempo di intervento non dovrà mai eccedere le 4 ore consecutive di apporto d'acqua per evitare l'eccessiva impregnazione da parte delle murature.

La produzione di acqua deionizzata si potrà effettuare in cantiere tramite utilizzo di specifica apparecchiatura con gruppo a resine scambioioniche di portata sufficiente a garantire una corretta continuità di lavoro, gruppo motopompa a rotore in PVC per la adduzione dell'acqua deionizzata di alimentazione ai nebulizzatori, la formazione di adatti circuiti idraulici con tubi in PVC per la distribuzione ad un sufficiente numero di ugelli nebulizzatori completi di rubinetti per la limitazione del flusso, tubi terminali flessibili per la regolazione fine della nebbia di uscita. In ogni caso l'adatto tempo di intervento sarà da determinarsi su zone campione a tempi crescenti concordati con la D.L.

Pulitura chimica - A causa della pericolosità e della difficoltà di controllo dell'azione corrosiva innescata dai prodotti per la pulitura chimica, si dovrà operare con la massima attenzione e cautela, nel pieno rispetto di leggi e regolamenti, in regime di massima sicurezza per l'operatore. Dovrà essere effettuata esclusivamente dietro specifica autorizzazione della D.L. e solo sul quelle zone dove altri tipi di pulitura meno aggressiva non sono state in grado di eliminare l'agente patogeno.

Si dovranno utilizzare formulati in pasta resi tixotropici da inerti di vario tipo quali la metil o carbosilmetilcellulosa, argille, amido, magnesina che verranno opportunamente diluiti, con i quantitativi d'acqua prescritti dalla D.L.. Ad ogni intervento di tipo chimico dovrà seguire abbondante risciacquo con acqua deionizzata per eliminarne il più possibile le tracce.

I prodotti da utilizzarsi potranno essere basici o acidi o sostanze attive e detergenti, quali saponi liquidi neutri non schiumosi diluiti nell'acqua di lavaggio.

Gli acidi si potranno utilizzare per eliminare sali ed efflorescenze con scarsa solubilità in acqua, per i quali non sono risultate sufficienti le operazioni di lavaggio con l'acqua nebulizzata.

Si potrà inoltre utilizzare acido cloridrico per l'asportazione di solfato di calcio (rapporto con acqua 1/500); acido ossalico in soluzione per l'asportazione di solfato di ferro; acido etil-diamminico-tetracetico (EDTA) per l'asportazione di consistenti depositi di sali di vanadio e macchie metalliche.

Impacchi basici potranno essere utilizzati per asportare croste dure contenenti materiali poco solubili.

Formulati

Per croste nere di piccolo spessore (1-2 mm) si potrà utilizzare un preparato così formulato:

- 50-100 g di EDTA (sale bisodico);
- 30 g di bicarbonato di sodio;
- 50 g di carbosilmetilcellulosa;
- 1000 g di acqua.

AB 57; formulato messo a punto dall'ICR, preferibilmente con un PH intorno a 7,5 (sarà comunque sufficiente che il PH non superi il valore 8 per evitare fenomeni di corrosione dei calcari e la eventuale formazione di sotto prodotti dannosi).

Il bicarbonato sviluppa anidride carbonica favorendo così il distacco delle croste nere, mentre l'EDTA complessa il calcio del gesso presente nella crosta, portando in soluzione questo minerale e sostituendolo con solfato sodico, molto più solubile. La seguente ricetta va usata con molta attenzione, solo esclusivamente in caso di effettivo bisogno, in quanto è in grado di generare sali solubili sempre dannosi per i materiali solubili:

- 1000 cc di acqua;
- 30 g di bicarbonato d'ammonio;
- 50 g di bicarbonato di sodio;
- 25 g di E.D.T.A. (sale bisodico);
- 10 cc di desogen (sale d'ammonio quaternario, tensioattivo, fungicida);
- 60 g di carbosilmetilcellulosa.

La quantità di E.D.T.A. potrà essere variata e portata, se ritenuto necessario, a 100-125 g. Alla miscela potranno essere aggiunte ammoniaca (NH₄OH) o trietanolammina (C₃H₄OH₃)N allo scopo di facilitare la dissoluzione di componenti «grassi» presenti nella crosta. Ad operazione avvenuta si rende indispensabile un lavaggio ripetuto con acqua deionizzata.

Argille assorbenti - Potranno essere utilizzate due tipi di argilla: la sepiolite e l'attapulgit. Sono fillosilicati idrati di magnesio appartenenti al gruppo strutturale della paligorrskite, in grado di impregnarsi di oli e grassi senza operare azioni aggressive sulla superficie oggetto di intervento.

L'operazione di pulitura con argille dovrà essere preceduta da uno sgrassamento e dalla rimozione di eventuali incrostature con solventi opportuni (acetone, cloruro di metilene). La granulometria dei due tipi di argilla dovrà essere di almeno 100-220 Mesh.

Dovranno essere preparate diluendole esclusivamente con acqua distillata o deionizzata fino a raggiungere una consistenza pastosa che consenta la loro lavorazione in spessori di 2-3 cm.

Impacchi biologici - Sono impasti argillosi a base di sepiolite o attapulgite, contenenti prodotti a base ureica ed avranno la seguente composizione:

- 1000 cc di acqua;
- 50 g di urea (NH₂)₂CO;
- 20 cc di glicerina (CH₂OH)₂CHOH.

Il fango che si otterrà dovrà essere steso in spessori di almeno 2cm da coprire con fogli di politene. I tempi di applicazione si stabiliranno in base a precedenti prove e campionature.

Biocidi - Prodotti da utilizzarsi per la eliminazione di muschi e licheni. La loro applicazione dovrà essere preceduta da una serie di operazioni di tipo meccanico per l'asportazione superficiale utilizzando spatole, pennelli a setole rigide, bisturi ecc. attrezzi comunque da utilizzarsi con estrema cautela in modo da non esercitare un'azione troppo incisiva sul manufatto. I biocidi da impiegarsi potranno essere specifici, calibrati su alcune specie, oppure a vasto raggio di azione.

Per muschi e licheni si possono utilizzare soluzioni acquose all'1/2% di ipoclorito di litio. Per i licheni soluzioni di sali di ammonio quaternario in acqua all'1/2% o di pentaclorofenolo di sodio all'1% . Per alghe verdi e muffe è possibile irrorare la superficie intaccata con formalina oppure con una soluzione di acqua ossigenata (25%) e ammoniacca.

Tutti i biocidi, pur non essendo in linea di massima tossici per l'uomo, saranno comunque da utilizzarsi con molta attenzione e cautela; alla loro applicazione dovrà sempre seguire un abbondante risciacquo con acqua deionizzata.

Art. 12. PRODOTTI IMPREGNANTI

Generalità - L'impregnazione dei materiali costituenti gli edifici, è un'operazione tesa a salvaguardare il manufatto aggredito da agenti patogeni siano essi di natura fisica, chimica e/ o meccanica. Le sostanze da impiegarsi per l'impregnazione dei manufatti potranno essere utilizzate in varie fasi del progetto di conservazione quali pre-consolidanti, consolidanti

e protettivi. Dovranno in ogni caso essere sempre utilizzate con estrema cautela, mai generalizzandone l'applicazione, finalizzandone l'uso oltre che alla conservazione del manufatto oggetto di intervento, anche alla prevenzione del degrado che comunque potrebbe continuare a sussistere anche ad intervento conservativo ultimato. Degrado essenzialmente dovuto:

- ad un'azione fisica indotta dagli agenti atmosferici quali azioni meccaniche erosive dell'acqua piovana, (dilavamento, crioclastismo) azioni meccaniche di cristallizzazione dei sali solubili (umidità da risalita), azioni eoliche (fortemente abrasive per il continuo trasporto del particolato atmosferico), fessurazioni, rotture, cedimenti di tipo strutturale.

L'impregnante, in questi casi, dovrà evitare una rapida disgregazione delle superfici, l'adescamento delle acque ed il loro ristagno all'interno dei materiali;

- un'azione chimica, che agisce mediante un contatto, saltuario od continuato, con sostanze attive quali piogge acide ed inquinanti atmosferici (condensazione del particolato atmosferico, croste nere ecc.).

In questo caso l'impregnante dovrà fornire alle superfici un'appropriata inerzia chimica.

La scelta della sostanza impregnante dipenderà dalla natura e dalla consistenza delle superfici che potranno presentarsi:

- prive di rivestimento con pietra a vista compatta e tenace;
- prive di rivestimento con pietra a vista tenera e porosa;
- prive di rivestimento in cotti a vista mezzanelli e forti;
- prive di rivestimento in cotti a vista albas e porosi;
- prive di rivestimento in cls;
- rivestite con intonaci e coloriture realizzati durante i lavori;
- rivestite con intonaco e coloriture preesistenti.

In presenza di una complessità materico patologico così varia ed eterogenea si dovrà intervenire con grande attenzione e puntualità effettuando preventivamente tutte quelle analisi e diagnosi in grado di fornire indicazioni sulla natura della materia oggetto di intervento e sulle fenomenologie di degrado. Le sostanze da utilizzarsi dovranno pertanto svolgere le seguenti funzioni:

- svolgere un'azione consolidante al fine di accrescere o fornire quelle caratteristiche meccaniche di resistenza al degrado (fisico, chimico, materico, strutturale) che si sono indebolite col trascorrere del tempo, o che non hanno mai posseduto;
- svolgere un'azione protettiva, mediante la idrofobizzazione dei supporti in modo da renderli adatti a limitare l'assorbimento delle acque meteoriche, l'adescamento dell'umidità per risalita o da condensa, la proliferazione da macro e micro flora.

In ogni caso la scelta delle sostanze impregnanti sarà effettuata in funzione dei risultati emersi a seguito delle analisi di cui sopra, di prove e campionature condotte secondo quanto prescritto dalle raccomandazioni NORMAL e da quanto indicato dalla D.L. Ogni prodotto dovrà comunque essere sempre preventivamente accompagnato da una scheda tecnica esplicativa fornita dalla casa produttrice, quale utile riferimento per le analisi che si andranno ad effettuare.

In particolare, le caratteristiche richieste in base al loro impiego, saranno le seguenti:

- atossicità;
- elevata capacità di penetrazione;
- resistenza ai raggi UV;
- buona inerzia chimica nei confronti dei più diffusi agenti inquinanti;
- assenza di sottoprodotti di reazione dannosi;
- comprovata inerzia cromatica (comunque da verificarsi in fase applicativa);
- traspirabilità al vapor d'acqua;
- assenza di impatto ambientale;
- sicurezza ecologica;
- soddisfacente compatibilità fisico chimica con il materiale da impregnare;
- totale reversibilità della reazione di indurimento;
- facilità di applicazione;
- solubilizzazione dei leganti.

Art. 12.1 Impregnanti per il consolidamento

I prodotti da utilizzarsi per il consolidamento dei manufatti oggetto di intervento, fatte salve le prescrizioni relative al loro utilizzo specificate nelle generalità ed alla campagna diagnostica da effettuarsi preventivamente, dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- elevata capacità di penetrazione nelle zone carenti di legante;
- resistenza chimica e fisica agli agenti inquinanti ed ambientali;
- spiccata capacità di ripristinare i leganti tipici del materiale oggetto di intervento senza la formazione di sottoprodotti di reazione pericolosi (sali);
- capacità di fare traspirare il materiale;
- penetrazione in profondità in modo da evitare la formazione di pellicole in superficie;
- «pot-life» sufficientemente lungo in modo da consentire l'indurimento solo ad impregnazione completata;
- perfetta trasparenza priva di effetti traslucidi;
- spiccata capacità a mantenere inalterato il colore del manufatto.

Consolidanti organici

Possiedono una dilatazione termica diversa da quella dei materiali oggetto di intervento.

Sono tutti dei polimeri sintetici ed esplicano la loro azione grazie ad un'elevata adesività. Possono essere termoplastici o termoindurenti; se termoplastici assorbono bene urti e vibrazioni e soprattutto, non polimerizzando una volta penetrati nel materiale, mantengono una certa solubilità che ne consente la reversibilità; i prodotti termoindurenti hanno invece solubilità pressoché nulla, sono irreversibili, piuttosto fragili e sensibili all'azione dei raggi ultravioletti. Hanno un vasto spettro di impiego: i termoplastici sono impiegati per materiali lapidei, per le malte, per la muratura e per i legnami (nonché per la protezione degli stessi materiali e dei metalli), mentre i termoindurenti vengono impiegati soprattutto come adesivi strutturali.

Alcune resine organiche, diluite con solventi, possiedono la capacità di diffondersi in profondità all'interno dei materiali.

L'utilizzo delle resine organiche sarà sempre condizionato dalle indicazioni fornite dal progetto di conservazione e alla specifica autorizzazione della D.L. e degli organi preposti alla tutela del bene oggetto di intervento.

Resine epossidiche - Prodotti termoindurenti, con buona resistenza chimica, ottime proprietà meccaniche, eccellente adesività, ma con difficoltà di penetrazione e tendenza ad ingiallire e a sfarinare alla luce solare. Sono impiegate soprattutto per la protezione di edifici industriali, di superfici in calcestruzzo e di manufatti sottoposti ad una forte aggressione chimica, per incollaggi e per consolidamenti strutturali di materiali lapidei, legname, murature.

Sono prodotti bicomponenti (un complesso propriamente epossidico ed una frazione amminica o acida), da preparare a piè d'opera e da applicare a pennello, a tampone, con iniettori o comunque sotto attento controllo dal momento che hanno un limitato tempo di applicazione.

Il loro impiego dovrà essere attentamente vagliato dall'Appaltatore, dietro espressa richiesta della D.L.

Resine poliuretatiche - Prodotti termoplastici o termoindurenti, a seconda dei monomeri che si impiegano in partenza, hanno buone proprietà meccaniche e buona adesività.

Mescolati con isocianati alifatici, hanno una buona capacità di penetrazione nel materiale poroso (hanno bassa viscosità), sono resistenti ai raggi ultravioletti e agli inquinanti atmosferici e garantiscono un'ottima permeabilità al vapore. Il trattamento consolidante con poliuretani permette l'applicazione successiva di protettivi idrorepellenti siliconici e fluorurati.

Sono adatti al consolidamento di malte, murature, elementi lapidei e legname.

Si applicano a pennello o, preferibilmente con iniettori.

Il prodotto dovrà possedere una idrofilia accentuata per permettere la penetrazione per capillarità anche operando su murature umide; deve possedere, prima della polimerizzazione, una viscosità intrinseca di circa 250 cPs a 25°C ed un residuo secco tra il 10 e il 35%.

Dovranno possedere le seguenti proprietà:

- buona penetrabilità;
- assenza d'ingiallimento;
- elevata resistenza agli agenti atmosferici e ai raggi ultravioletti
- indurimento graduale ed estremamente lento;
- indurimento regolabile fino a 24 ore dopo l'applicazione;
- possibilità di asporto di eventuali eccessi dopo 24 dalla applicazione per mezzo di adatti solventi;
- reversibilità fino a 36 ore dopo l'applicazione;
- basso peso molecolare.

Resine acriliche - Composti termoplastici ottenuti polimerizzando gli acidi acrilico e metacrilico, hanno una scarsa capacità di penetrazione (al massimo 1 cm), sono solubili in opportuni solventi organici e hanno una buona resistenza all'invecchiamento, alla luce e agli agenti chimici. Possiedono in genere una buona idrorepellenza che tende a decadere se il contatto con l'acqua si protrae per tempi superiori alle 100 ore. Inoltre, sempre in presenza di acqua, tendono a dilatarsi. Come consolidanti se ne consiglia l'impiego in miscela con resine siliconiche.

Resine acril-siliconiche - Uniscono la resistenza e la capacità protettiva delle resine acriliche con l'adesività, l'elasticità, la capacità di penetrazione e la idrorepellenza delle resine siliconiche.

Disciolte in particolari solventi, risultano indicate per interventi di consolidamento di materiali lapidei specie quando si verifica un processo di degrado provocato dall'azione combinata di aggressivi chimici ed agenti atmosferici.

Sono particolarmente adatte per opere in pietra calcarea o arenaria.

Le resine acriliche e acril-siliconiche si dovranno impiegare con solvente aromatico, in modo da garantire una viscosità della soluzione non superiore a 10 cPs, il residuo secco garantito deve essere di almeno il 10%. L'essiccamento del solvente dovrà avvenire in maniera estremamente graduale in modo da consentire la diffusione del prodotto per capillarità anche dopo le 24 ore dalla sua applicazione.

Non dovranno presentare in fase di applicazione (durante la polimerizzazione e/o essiccamento del solvente), capacità reattiva con acqua, che può portare alla formazione di prodotti secondari dannosi; devono disporre di una elevata idrofilia in fase di impregnazione; essere in grado di aumentare la resistenza agli sbalzi termici eliminando i fenomeni di decoesione; non devono inoltre presentare ingiallimento nel tempo, ed essere in grado di resistere agli agenti atmosferici e ai raggi UV. Deve sempre essere possibile intervenire con adatto solvente per eliminare gli eccessi di resina.

Polietilenglicoli o poliessietilene - Sono prodotti termoplastici, molto solubili, usati soprattutto per piccole superfici e su legnami, in ambiente chiuso.

Estere etilico dell'acido silicico - (silicati di etile) - Monocomponente fluido, incolore, si applica in solvente, in percentuali (in peso) comprese fra 60 e 80%. Precipita per idrolisi, dando alcool etilico come sottoprodotto. È una sostanza basso-molecolare a base inorganica in solvente organico.

Viene impiegato soprattutto per arenarie e per pietre silicatiche, ma fornisce ottimi risultati anche su mattoni ed intonaci.

Ha una bassissima viscosità, per cui penetra profondamente anche in materiali poco porosi, va applicato preferibilmente con il sistema a compresse o per immersione; è tuttavia applicabile anche a pennello, a spruzzo con irroratori a bassa pressione, a percolazione. Il materiale da trattare va completamente saturato sino a rifiuto; si potrà ripetere il trattamento dopo 2,3 settimane.

Il consolidante completa la sua reazione a seconda del supporto dopo circa 4 settimane con temperatura ambiente di circa 20°C ed U.R del 40-50%.

In caso di sovradosaggio sarà possibile asportare l'eccesso di materiale, prima dell'indurimento, con tamponi imbevuti di solventi organici minerali (benzine).

Alcuni esteri silicici, miscelati con silossani, conferiscono una buona idrorepellenza al materiale trattato; costituiscono anche un prodotto di base per realizzare sbarramenti chimici contro l'umidità di risalita.

É molto resistente agli agenti atmosferici e alle sostanze inquinanti, non viene alterato dai raggi ultravioletti.

Dovrà possedere i seguenti requisiti:

- prodotto monocomponente non tossico;
- penetrazione ottimale;
- essiccamento completo senza formazione di sostanze appiccicose;
- formazione di sottoprodotti di reazione non dannosi per il materiale trattato;
- formazione di un legante stabile ai raggi UV, non attaccabile dagli agenti atmosferici corrosivi;
- impregnazione completa con assenza di effetti filmogeni e con una buona permeabilit... al vapor d'acqua;
- assenza di variazioni cromatiche del materiale trattato.

Consolidanti inorganici

Sono certamente duraturi, compatibili con il materiale al quale si applicano, ma irreversibili e poco elastici. Possono inoltre generare prodotti di reazione quali sali solubili. Per questi motivi il loro utilizzo andrà sempre attentamente vagliato e finalizzato, fatte salve tutte le prove diagnostiche e di laboratorio da effettuarsi preventivamente.

Calce - Applicata alle malte aeree e alle pietre calcaree come latte di calce precipita entro i pori e ne riduce il volume.

Non ha però le proprietà cementanti del CaCO_3 che si forma nel lento processo di carbonatazione della calce, per cui l'analogia tra il processo naturale ed il trattamento di consolidamento con calce o bicarbonato di calcio è limitata ad una analogia chimica, poiché tutte le condizioni di carbonatazione (temperatura, pressione, forza ionica, potenziale elettrico) sono molto diverse.

Ne consegue che il carbonato di calcio che precipita nei pori di un intonaco o di una pietra durante un trattamento di consolidamento non necessariamente eserciterà la stessa azione cementante di quello formatosi durante un lento processo di carbonatazione.

Il trattamento con prodotti a base di calce può lasciare depositi biancastri di carbonato di calce sulla superficie dei manufatti trattati, che vanno rimossi, a meno che non si preveda un successivo trattamento protettivo con prodotti a base di calce (grassello, scialbature).

Idrossido di bario - $\text{Ba}(\text{OH})_2$ - Si impiega su pietre calcaree e per gli interventi su porzioni di intonaco affrescato di dimensioni ridotte laddove vi sia la necessità di neutralizzare prodotti gessosi di alterazione. L'idrossido di bario è molto affine al CaCO_3 , essendo, in partenza, carbonato di bario BaCO_3 ; reagisce con il gesso per dare BaSO_4 (solfato di bario), che è insolubile. Può dar luogo a patine biancastre superficiali, ha un potere consolidante piuttosto basso e richiede l'eliminazione preventiva degli eventuali sali presenti in soluzione nel materiale.

Non porta alla formazione di barriera al vapore, in quanto non satura completamente i pori del materiale; per lo stesso motivo non esplica un'efficace azione nei confronti della penetrazione di acqua dall'esterno.

Come nel caso del trattamento a base di calce la composizione chimica del materiale trattato cambia solo minimamente; il prodotto consolidante (carbonato di bario, BaCO_3) ha un coefficiente di dilatazione termica simile a quello della calcite, è molto stabile ed è praticamente insolubile; se esposto ad ambiente inquinato da anidride solforosa, può dare solfato di bario (BaSO_4), che è comunque un prodotto insolubile. Viceversa non deve essere applicato su materiali ricchi, oltre al gesso, di altri sali solubili, con i quali può combinarsi, dando prodotti patogeni.

Alluminato di potassio - KAlO_2 - Può dare sottoprodotti dannosi. Come sottoprodotto si ha infatti idrossido di potassio, che, se non viene eliminato in fase di trattamento, può trasformarsi in carbonato e solfato di potassio, sali solubili e quindi potenzialmente dannosi.

Art. 12.2 Impregnanti per la protezione

I prodotti da usare per l'impermeabilizzazione corticale e la protezione dei materiali dovranno possedere caratteristiche specifiche eventualmente confortate da prove ed analisi da effettuarsi in laboratorio o direttamente in cantiere.

Tali prodotti andranno applicati solo in caso di effettivo bisogno, su murature e manufatti eccessivamente porosi esposti agli agenti atmosferici, all'aggressione di umidità da condensa, di microrganismi animali e vegetali.

Le operazioni andranno svolte su superfici perfettamente asciutte con una temperatura intorno ai 20 °C. Si potranno applicare a pennello, ad airless, per imbibizione completa e percolamento. Gli applicatori dovranno agire con la massima cautela, dotati di adeguata attrezzatura protettiva, nel rispetto delle norme antinfortunistiche e di prevenzione.

I prodotti da utilizzarsi dovranno possedere un basso peso molecolare ed un elevato potere di penetrazione; buona resistenza all'attacco fisico-chimico degli agenti atmosferici; buona resistenza chimica in ambiente alcalino; assenza di effetti collaterali e 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 ad applicazione avvenuta provvedere ad un controllo (cadenzato nel tempo) sulla riuscita dell'intervento onde verificarne l'effettiva efficacia.

Polimeri organici - Avendo caratteristiche particolari, ricche di controindicazioni (scarsa capacità di penetrazione all'interno del manufatto, probabile alterazione cromatica dello stesso ad applicazione avvenuta; effetto traslucido) il loro utilizzo sarà limitato a casi particolari. La loro applicazione si potrà effettuare dietro esplicita richiesta della D.L. e/o degli organi preposti alla tutela del bene oggetto di intervento.

Idrorepellenti protettivi siliconici - Costituiscono una numerosa ed importante famiglia di idrorepellenti derivati dalla chimica del silicio generalmente conosciuti come siliconi.

I protettivi siliconici sono caratterizzati da comportamenti e performance tipici delle sostanze organiche come l'idrorepellenza, e nel contempo la resistenza chimico-fisica delle sostanze inorganiche apportate del gruppo siliconico presente.

In questo grande gruppo di protettivi esistono prodotti più o meno indicati per l'impiego nel settore edile. Le cattive informazioni e l'inopportuna applicazione dei protettivi ha causato notevoli danni al patrimonio monumentale ed è pertanto fondamentale la conoscenza delle caratteristiche dei prodotti da utilizzare. Il loro utilizzo sarà sempre subordinato a specifica attuazione del D.L. e degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto.

Siliconati alcalini - Di potassio o di sodio, meglio conosciuti come metil-siliconati di potassio o sodio ottenuti dalla neutralizzazione con soda potassica caustica dell'acido silicico. Sono solitamente commercializzati in soluzioni acquose al 40/50 di attivo. Sono prodotti sconsigliati per l'idrofobizzazione ed il restauro di materiali lapidei a causa della formazione di sottoprodotti di reazione quali carbonati di sodio e di potassio: sali solubili.

La scarsa resistenza chimica agli alcali della resina metil-siliconica formatasi durante la reazione di polimerizzazione non offre sufficienti garanzie di durata nel tempo e rende i metil-siliconati non adatti alla protezione di materiali alcalini.

I siliconati di potassio possono trovare applicazione nella idrofobizzazione del gesso.

Resine siliconiche - Generalmente vengono utilizzate resine metil-siliconiche diluite con solventi organici quali idrocarburi, xilolo, rage minerali. La concentrazione da utilizzare non deve essere inferiore al 5% in peso. Le resine siliconiche a causa dell'elevato peso molecolare non sono consigliate sui supporti compatti e poco assorbenti, inoltre le resine metil-siliconiche a causa della scarsa resistenza agli alcali sono consigliate su materiali scarsamente alcalini.

In altri casi è possibile utilizzare le resine siliconiche come leganti per malte da ripristino per giunti.

Silossanici oligomeri - Generalmente alchil-silossani costituiti da 4 a 10 atomi di monomeri silanici condensati, sono prepolimeri reattivi che reagendo all'interno dei materiali lapidei con l'umidità presente polimerizzano in situ, formando resine siliconiche. I silossani oligomeri sono d'impiego generalmente universale e, a differenza delle resine siliconiche, manifestano una più elevata penetrazione, e quindi una miglior protezione nel tempo, su supporti compatti e scarsamente assorbenti.

Gli alchil-silossani oligomeri grazie al gruppo alchilico, generalmente con medio o alto peso molecolare, offrono sufficienti garanzie contro l'aggressione delle soluzioni alcaline.

Alchil-silani - Nuova generazione di protettivi costituiti da monomeri reattivi polimerizzanti in situ che possiedono un'elevatissima capacità di penetrazione dovuta al basso peso molecolare e quindi la capacità di idrofobizzare i capillari più piccoli (10 Å) e di combattere la penetrazione dei cloruri e dei sali solubili.

Grazie al loro basso peso molecolare gli alchil-silani sono utilizzati concentrati normalmente dal 20 al 40% in peso in casi particolari si possono utilizzare anche al 10% cioè permette di ottenere ottime impregnazioni su supporti particolarmente compatti e scarsamente assorbenti. Gli alchil-silani devono essere impiegati su supporti alcalini e silicei e non sono adatti per l'applicazione su marmi carbonatici.

Tuttavia alchil-silani modificati danno ottimi risultati sul travertino Romano e Trachite.

Una nuova generazione di alchil-silani idrosolubili sta dando ottimi risultati nelle barriere chimiche contro la risalita capillare e nella protezione del cotto e del tufo.

Recenti sperimentazioni dimostrano l'applicazione degli alchil-silani idrosolubili nel blocco totale dei sali solubili presenti in supporti lapidei porosi ed assorbenti quali il tufo.

Olii e cere - Quali prodotti naturali sono stati usati molto spesso anche anticamente a volte in maniera impropria, ma in determinate condizioni e su specifici materiali ancora danno ottimi risultati per la loro protezione e conservazione con il grosso limite però di una scarsa resistenza all'invecchiamento.

L'olio di lino è un prodotto essiccativo formato da gliceridi di acidi grassi insaturi. Viene principalmente usato per l'impregnazione del legno, così pure di pavimenti e materiali in cotto. Gli olii essiccativi si usano normalmente dopo essere stati sottoposti a una particolare cottura, per esaltarne il potere essiccativo. L'olio di lino dopo la cottura (250-300°C) si presenta molto denso e vischioso, con colore giallo o tendente al bruno.

Le cere naturali, microcristalline o paraffiniche, vengono usate quali validi protettivi per legno e manufatti in cotto (molto usate sui cotti le cere steariche bollite in ragia vegetale in soluzione al 20%; sui legni la cera d'api in soluzione al 40% in toluene).

Questi tipi di prodotti prevedono comunque sempre l'applicazione in assenza di umidità, che andrà pertanto preventivamente eliminata. Per le strutture lignee si potrà ricorrere al glicol polietilenico (PEG) in grado di sostituirsi alle molecole d'acqua che vengono allontanate.

Ad ogni modo olii e cere, applicati normalmente a pennello, non vanno usati su manufatti in cotto in esterno, esposti alle intemperie ed all'atmosfera, possibili terreni di coltura per batteri ed altri parassiti.

Art. 13. MATERIALI PER IMPIANTI IDRICO-SANTARI

Tutti i materiali, le componenti, gli accessori, le apparecchiature componenti gli impianti dovranno essere conformi alla normativa vigente e nello specifico a tutte le norme UNI.

Sarà sempre possibile prelevare sui materiali approvvigionati in cantiere, campioni da sottoporre a prove e controlli da eseguirsi in laboratori di prova ufficiali, a spese dell'Appaltatore e nel numero che l'Amministrazione e la D.L. riterranno necessario, allo scopo di accertare se le caratteristiche dei materiali rispondano a quelle prescritte. L'esecuzione di tali prove dovrà rispettare la normativa UNI. L'Appaltatore si impegnerà ad allontanare dal cantiere tutti quei materiali riscontrati non idonei a seguito degli accertamenti eseguiti, anche se già posti in opera.

Art. 14. MATERIALI PER IMPIANTI ELETTRICI

Apparecchiature e materiali da impiegarsi per la realizzazione di impianti elettrici dovranno essere in grado di resistere alle azioni che potranno subire una volta posti in esercizio quali azioni, corrosive, meccaniche, termiche o dovute all'umidità. Dovranno essere conformi alle norme ed ai regolamenti vigenti alla data della presentazione del progetto ed in particolare alle prescrizioni di sicurezza delle norme CEI ed alle tabelle CEI-UNEL. I materiali inoltre dovranno essere certificati con la presenza del marchio IMQ per i casi in cui sia previsto.

Per i materiali la cui provenienza è prescritta dalle condizioni del Capitolato, potranno essere richiesti campioni a spese dell'Appaltatore, sempre che siano materiali di normale produzione.

INDAGINI PRELIMINARI AL PROGETTO DI CONSERVAZIONE

Art. 15. TECNICHE E STRUMENTI

Generalità

La scienza e la tecnica moderna legate alle metodologie di indagine, sono oggi in grado di fornire precise indicazioni di tipo qualitativo e quantitativo non solo sulla bontà dei materiali da costruzione e sulle strutture murarie, ma anche sul loro stato di conservazione e sul quadro patologico presente. Le indagini da effettuarsi sull'esistente prevedono comunque, per certa parte, il prelievo di porzioni del materiale da esaminare. Una prassi da adottarsi solo quando non sia possibile procedere in maniera differente pur di acquisire nozioni indispensabili

al progetto di conservazione. Ad ogni buon conto non è ammissibile il ricorso sistematico a tecniche di tipo distruttivo.

Risulta quindi indispensabile suddividere le metodologie di indagine innanzi tutto in base alla loro portata distruttiva, per impiegare preferibilmente quelle che possono essere definite non distruttive, o minimamente distruttive.

Le prove non distruttive si svolgeranno in situ, senza richiedere prelievi, mentre le prove cosiddette minimamente distruttive prevedono il prelievo di pochi grammi di materiale, che si possono recuperare a terra, a seguito di distacco, o in prossimità delle parti più degradate.

Non bisogna in ogni caso dimenticare che anche interventi apparentemente non distruttivi, agendo direttamente sul manufatto con stimoli di varia natura (elettromagnetica, acustica, radioattiva...), se non dosati opportunamente o se usati in maniera impropria possono risultare dannosi.

Ogni tipo di indagine andrà quindi preventivamente discussa con la Direzione Lavori relativamente al tipo di operazione da effettuarsi e alla zona del prelievo. Campagne ed analisi si potranno affidare ad istituti, ditte, laboratori specializzati che dovranno operare secondo specifica normativa e le più recenti indicazioni NORMAL. La scelta degli operatori dovrà sempre essere discussa ed approvata dal Progettista, dal D.L. e dagli organi preposti alla tutela del bene oggetto di intervento.

Tecnologie non distruttive

Ulteriormente suddivise in indagini passive (o non invasive) e indagini attive (o invasive).

Le indagini passive registrano e quantificano fenomeni fisici rilevabili senza interventi artificiali di stimolazione. L'indagine passiva più comune è la ripresa con strumenti ottici, sia pure con pellicole speciali. Altre tecniche, come la magnetometria, analizzano dall'esterno, senza che siano necessarie ulteriori sollecitazioni, particolari aspetti fisici, nella fattispecie la ferromagneticità naturale, che permette di determinare presenza, dimensione, geometria e consistenza di materiali metallici.

Vengono invece definite indagini attive le tecniche che richiedono sollecitazioni artificiali diverse (meccaniche, elettriche, termiche, acustiche) a seconda dei fenomeni da rilevare. Alcuni strumenti hanno un campo di applicazione sia attivo che passivo, come la termovisione, che è comunque efficace anche senza sollecitazioni sull'oggetto, ma vede migliorata la qualità del rilevamento se la superficie da indagare viene preventivamente riscaldata.

Tra le più comuni si potranno utilizzare:

- misurazione della temperatura e dell'umidità dell'aria e della superficie di un materiale;
- l'identificazione e la quantificazione dei parametri relativi alla presenza di sostanze chimiche inquinanti;
- la magnetometria;
- il rilevamento fotografico (o telerilevamento) che comprende l'applicazione di fotografia (normale, I.R., parametrizzata [colorimetria]), fotogrammetria, termovisione, endoscopia.

Misurazione delle temperature e dell'umidità - Si avvale di una strumentazione piuttosto semplice e di facile impiego (termometri ed igrometri), in grado di fornire valori ambientali (quadro termo-igrometrico) e valori relativi alle superfici. Per la determinazione dei valori relativi alle parti interne dei singoli elementi tecnologici si ricorre a strumenti più sofisticati, come sonde e misuratori del coefficiente di trasmissione termica.

I risultati ottenibili sono comunque inferiori a quelli che si possono raggiungere con prove distruttive, in particolare con la pesatura di campioni, umidi e dopo essiccazione. La quantità di materiale da prelevare e la necessità di provvedere ad una campionatura piuttosto estesa rende comunque preferibili i metodi strumentali. In particolare l'umidità superficiale di un corpo può essere misurata con metodi elettronici e con l'umidimetro a carburo di calcio.

Controllo dei parametri e degli inquinanti atmosferici - Oltre alla temperatura e all'umidità i parametri atmosferici da indagare per valutare l'interazione con i materiali sono la radiazione solare, l'intensità e la direzione prevalente del vento, la qualità-frequenza-intensità delle precipitazioni e la pressione atmosferica. I principali inquinanti atmosferici da individuare e quantificare sono: anidride carbonica, anidride solforosa e solforica, ossidi di azoto, ozono ed ossidanti, acido cloridrico, acido fluoridrico, acido solfidrico, polveri totali, acidità del materiale particellare, solfati, cloruri, nitrati, nitriti, gli ioni calcio, sodio, potassio, magnesio, ferro, ammoniacale ed alcuni ioni metallici presenti in tracce nel materiale particellare.

La campagna di rilevamento, che dovrebbe protrarsi per mesi o addirittura per anni, si avvale di particolari stazioni rilevatrici, fisse o mobili, del tipo di quelle già ampiamente utilizzate per il rilevamento degli agenti inquinanti in aree urbane.

Telerilevamento - Con questo termine si raggruppano tutti i metodi ottici di osservazione e ripresa superficiale, fra i quali hanno grande diffusione la fotografia in B/N, a colori e all'infrarosso (I.R.), la fotogrammetria, la termografia e l'endoscopia.

La fotografia in B/N e a colori produce una documentazione che consente di verificare ed integrare il rilievo ed è molto utile per mettere in evidenza particolari delle soluzioni architettoniche e strutturali e degli effetti delle patologie di degrado.

La fotografia a colori, corredata delle notazioni parametriche del sistema Munse e delle denominazioni con sistemi tipo ISCC.NBS, consente anche di disporre di dati oggettivi e confrontabili sulle caratteristiche cromatiche.

La fotografia all'infrarosso (I.R.) utilizza pellicole fotografiche sensibili anche alle emissioni di radiazioni elettromagnetiche infrarosse (infrarosso vicino, invisibile all'occhio umano). Consente di evidenziare le discontinuità che, per caratteristiche proprie o del sistema, assorbono e diffondono calore in maniera differente rispetto all'intorno. La sensibilità di queste pellicole ne impedisce l'impiego in ambito non strettamente professionale. Vanno impiegate con filtri rossi e non forniscono sempre un'immagine nitida, se le parti da rappresentare non sono state sottoposte preventivamente a riscaldamento uniforme (artificiale o solare).

Fotogrammetria - Consente la ripresa e la restituzione di immagini depurate dalle distorsioni causate dalle ottiche fotografiche. Nelle applicazioni più comuni prevede l'impiego di banchi ottici per il raddrizzamento di immagini, secondo un piano di coordinate cartesiane, o sul montaggio di un gran numero di riprese raddrizzate. Il risultato è una rappresentazione fotografica in scala e assonometrica su due dimensioni. Per realizzare la visione assonometrica su tre dimensioni, impiegata per le riprese aeree e la redazione di planimetrie territoriali quotate (aereofotogrammetrico), si ricorre alla lettura simultanea con obiettivi di diverso colore (magenta e ciano).

Termovisione - è la tecnologia di indagine non distruttiva che più di altre propone risultati interpretabili in tempo reale, con notevole economia e nel rispetto assoluto dei manufatti. È particolarmente utile nello studio del degrado dei rivestimenti perché evidenzia discontinuità distacchi, bollature, stratigrafie.

La termovisione permette la visualizzazione di immagini non comprese nella banda del visibile (radiazioni elettromagnetiche comprese tra 0,4 e 0,75 micron) ma estese nel campo dell'infrarosso ed in particolare alla regione spettrale compresa tra 2 e 5,6 micron (infrarosso medio e lontano). Si basa sul rilevamento delle radiazioni elettromagnetiche, emesse da tutti i corpi con temperatura superiore allo zero assoluto, consentendo di visualizzare su un monitor la distribuzione della temperatura superficiale (mappa termica o termogramma). Ad ogni materiale, caratterizzato da uno specifico comportamento termico, compete una altrettanto specifica emissione di calore consistente in radiazioni elettromagnetiche. Una telecamera registra tali emissioni, le rimanda ad un elemento ad alta sensibilità, un rivelatore IR in antimonio di indio che viene raffreddato ad azoto liquido. La mappa termica è ottenuta mediante l'utilizzazione del segnale elettrico generato dall'elemento sensibile e dipendente dall'intensità del profilo radiativo della superficie sotto esame.

Ne deriva sul monitor un'immagine in bianco e nero che utilizza una scala di tonalità di grigi (grey-step), normale (le tonalità scure indicano le zone fredde e quelle chiare le zone calde) o invertita. Un cursore, spostabile in qualsiasi punto dell'immagine, indica la temperatura assoluta del punto. Il termogramma può essere trasferito, mediante un'interfaccia, su monitor a falsi colori, con una scala di riferimento che riporta sia il campo di temperatura inquadrato per ogni colore sia le temperature assolute di ogni colore.

Dalla medesima immagine è possibile avere una stampa fotografica tipo Polaroid, oppure un trasferimento su floppy-disk per successive elaborazioni al computer.

La termografia permette quindi un rilevamento in tempo reale trasferibile immediatamente su supporto fotografico. Non comporta contatto diretto con il manufatto, se non per riscaldarne la superficie (con elementi radianti portatili) in modo da esaltare l'emissione termica superficiale.

L'impiego della termovisione è particolarmente utile per individuare, in presenza di superfici intonacate, le discontinuità presenti nell'apparato murario.

È possibile leggere la tessitura degli elementi che compongono la muratura, identificando aperture tamponate, canne fumarie, elementi strutturali, quali pilastri, architravi, archi di scarico, canalizzazioni. Macchie di colore più scuro o più chiaro rivelano la presenza di umidità localizzata, in quanto le zone asciutte e quelle umide danno luogo a differenti flussi di emissione termica. Analogamente è possibile individuare, sugli intonaci e sulle pietre calcaree, le zone solfatate, dove la temperatura puntuale è differente rispetto a quella di zone carbonatiche. Anche le parti di intonaco distaccate dal supporto sono riconoscibili in base a diversi valori emissivi, così come ogni elemento con peso specifico diverso dal materiale circostante (pietre, zanche, travi in legno).

La termografia permette quindi di arricchire il rilievo con mappe tematiche: la mappa delle fughe termiche (ponti termici e zone di condensa), la mappa delle discontinuità strutturali, la mappa dell'umidità, il quadro fessurativo, la mappa delle aggressioni biologiche, localizzando nel contempo affreschi o decorazioni situati sotto l'intonaco.

Endoscopia - Si ricorre all'endoscopia per esaminare otticamente condotti o parti cave di piccole dimensioni o comunque non accessibili (condutture di impianti, intercapedini, strutture nascoste, cavità situate nella muratura come canne fumarie).

Gli endoscopi sono piccole telecamere o strumenti fotografici (anche sistemi a fibre ottiche) integrati con supporti flessibili e resistenti e con apparecchi illuminanti.

Magnetometria - Viene impiegata per l'individuazione di materiali ferrosi inglobati in altro materiale o, su scala territoriale, per individuare i punti di discontinuità del campo magnetico. 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. Lo strumento più diffuso basato sul rilevamento dei materiali ferrosi per magnetometria è il metal-detector.

È composto da un oscillatore che genera una corrente ad alta frequenza che passa in una bobina. In presenza di metalli si ha un forte assorbimento di corrente, proporzionale al quadrato della distanza. In altri modelli la bobina emette a frequenza costante e il campo magnetico che ne deriva è intercettato da una seconda bobina, con assetto perpendicolare alla prima. In presenza di metalli il campo si deforma e tale deformazione viene registrata dalla seconda bobina. Questo tipo di rilevatore individua metalli a distanze maggiori rispetto al primo tipo, ma non fornisce informazioni sulla geometria degli oggetti individuati.

Esiste poi un altro tipo di rilevatore, che si basa sullo smorzamento di un circuito risonante in parallelo: una corrente alternata scorre in una bobina sonda e crea un campo allungato sull'asse della sonda stessa, nel piano in cui giace; gli oggetti metallici alterano il campo con un rapporto diametro-copertura dell'oggetto metallico.

Colorimetria - Utilizza in parte la fotografia parametrizzata e in parte le indagini effettuate in laboratorio. La fotografia parametrizzata consiste nel riprendere il manufatto con il corredo di colorimetri standardizzati secondo la scala Munse, come è stato specificato nel paragrafo dedicato alla fotografia a colori. Le prove di laboratorio (vedi oltre) permettono invece di giungere alla determinazione chimica delle cariche e dei pigmenti contenuti nel rivestimento.

Indagini non distruttive invasive

Indagini soniche mediante fonometri - I fonometri sono costituiti da una sorgente di emissione di onde, da un captatore dell'energia sonora (velocimetro, accelerometro, microfono) e da un apparecchio di rilevazione dei segnali, composto da un amplificatore, un analizzatore di segnali, un oscilloscopio ed un registratore. Il suo uso si basa sul rilevamento della deformazione delle onde elastiche in un corpo sollecitato a compressione e/o a taglio: la velocità di propagazione delle onde elastiche diminuisce infatti con la diffusione delle stesse in un corpo; la diminuzione è maggiore se vi è una diminuzione dell'omogeneità del mezzo. Le frequenze registrate sono quindi funzione delle caratteristiche e delle condizioni di integrità della muratura.

In particolare le lesioni e le condizioni di degrado tagliano le frequenze più alte del segnale acustico.

I fonometri possono essere impiegati per verificare le condizioni di integrità di una muratura e del suo rivestimento, anche se è problematico distinguere i dati relativi all'una e all'altro.

Indagini ultrasoniche - L'auscultazione dinamica consente di conoscere con buona approssimazione la qualità e l'eterogeneità dei materiali da costruzione (pietre, mattoni, intonaco), sia in opera che su campione.

Il metodo di misura si basa sulla determinazione della velocità di propagazione delle onde sonore attraverso il mezzo studiato e sulla registrazione del segnale ricevuto. Le misure si effettuano mediante strumentazioni elettroniche composte da un'emittente a frequenza fissa, piezoelettrica, da un cronometro di grandissima precisione (al decimo di milionesimo di secondo) e da un oscilloscopio che visualizza il segnale acustico che ha attraversato il materiale.

Sono possibili tre tipi di misure: le misure della velocità del suono in superficie, le misure radiate e le misure in trasparenza. Le prime permettono di individuare le alterazioni superficiali del materiale; le seconde consentono di accertare l'omogeneità del materiale a diversa distanza dalla superficie e sono possibili quando sia la superficie interna che quella esterna sono accessibili; infine, le misure in trasparenza consentono di esaminare il materiale in tutto il suo spessore.

Le frequenze utilizzate sono comprese generalmente fra 0,5 e 15 MHz: le onde a bassa frequenza penetrano maggiormente in profondità rispetto a quelle ad alta frequenza, che danno però una risoluzione migliore.

Con le indagini ultrasoniche è possibile determinare il grado di omogeneità di un materiale, la presenza di vuoti o fessure, la presenza ed il numero degli strati sovrapposti di materiale, il modulo elastico ed il rapporto dinamico di Poisson.

Rilievo della luminosità - Può essere effettuato con un luxmetro (misura l'illuminazione degli oggetti), con un ultravioletto (misura la radiazione ultravioletta), con termometri e termografi.

Unità di misura:

– Illuminazione:

lux (lx): illuminazione prodotta dalla sorgente di 1 candela su una superficie normale ai raggi, alla distanza di 1 m.

– Flusso luminoso:

lumen (lm): flusso che attraversa l'area di 1 mq illuminata da 1 lux, ossia è il prodotto dell'illuminazione unitaria della superficie moltiplicata per l'area (1 lumen = 1 lux x 1 mq).

– Temperatura di colore:

temperatura alla quale si deve portare il corpo nero perché emetta una radiazione colorata

luce calda: T bassa < 3.000 K (emissione uv trascurabile)

luce fredda: T alta > 5.000 K (emissione uv dannosa per gli oggetti - si usano dei filtri)

lampada a filamento di carbone : 2920 K

lampada a filamento di tungsteno : 3220 K

faro alogeno: 3400 K

tubo fluorescente (neon): da 4200 K a 6500 K.

– Parametri di riferimento standard:

illuminazione dell'ambiente max 300 lx (max 300 lx per pietre e metalli; 150-180 lx per dipinti, lacche, legno, cuoio); temperatura di colore sui 4000 K; umidità relativa 55-60%.

Tecnologie minimamente distruttive

Prove chimiche - La composizione di una malta deve essere determinata con analisi calcimetriche, che prevedono la dissoluzione del campione in acido cloridrico, a concentrazioni e a temperature variabili. È quindi da conteggiarsi il contenuto di Ca, Mg, Al, Fe (espressi in ossidi) e della silice; il dosaggio del gas carbonico legato ai carbonati; il dosaggio per perdita al fuoco dell'acqua d'assorbimento e di costituzione e delle sostanze organiche eventualmente presenti. Tale analisi può essere integrata da una determinazione per via stechiometrica della percentuale di carbonato di Ca; il residuo insolubile dà la percentuale dell'aggregato. Con questi metodi tradizionali di determinazione delle caratteristiche chimiche non è però possibile giungere ad identificare convenientemente il tipo di legante presente e l'interazione con altri elementi costitutivi, quali il coccio pesto e la silice.

All'indagine tradizionale è possibile affiancare tecniche che si basano sul riconoscimento e sul dosaggio dei vari elementi per via atomica. Tali tecniche uniscono alla grande precisione la caratteristica di poter utilizzare campioni minimi di materiale (bastano infatti generalmente 100-150 mg di sostanza per effettuare una serie completa di analisi).

Analisi per diffrazione con raggi x - Permette di identificare la struttura di una sostanza cristallina e di individuare i singoli componenti cristallini presenti in una miscela in fase solida. La possibilità di individuare un componente è legata al suo stato cristallino: una sostanza ben cristallizzata può essere individuata con uno scarto probabilistico dell'1-2%, mentre per una sostanza non perfettamente cristallizzata lo scarto può arrivare anche al 10%. Allo scarto probabilistico si dà il nome di limite di rilevabilità.

L'analisi diffrattometrica, se il contenuto di acqua del campione non è stato alterato, permette anche di rilevare sali a diverso grado di idratazione. Il campione essiccato o glicolato può anche dare indicazioni sulle percentuali di materiali argillosi presenti.

Microscopia ottica - Permette l'osservazione del colore delle componenti, del rilievo delle singole sostanze, dei caratteri morfologici, quali la forma, l'abito cristallino, la sfaldatura, le fratture e le deformazioni, le patologie da stress meccanico (NORMAL 14/83).

Microscopia elettronica a scansione (sem) con microsonda X - Consente di individuare la distribuzione dei componenti e dei prodotti di alterazione. I risultati sono documentati con fotografie, mappe di distribuzione degli elementi e diagrammi.

Studio petrografico in sezione sottile - Consiste nel realizzare sezioni di materiale estremamente sottili, che vengono osservate al microscopio elettronico a scansione (SEM). Si procede quindi all'analisi modale tramite

conta per punti. Con questa analisi si integrano e si verificano i dati delle indagini diffrattometriche e si discrimina la calcite, che può competere tanto all'inerte come al legante.

Fluorescenza ai raggi X (spettrometria da fluorescenza da raggi X - XRF) - Permette di ricavare dati qualitativi e quantitativi sulla presenza della maggior parte degli elementi atomici elementari, a secco o in soluzione.

Analisi conduttometriche - Consentono di valutare il contenuto globale di sali solubili in acqua presenti in un campione, senza fornire però indicazioni più precise sul tipo di sale.

Analisi spettrofotometriche - Si basano sulla proprietà dei corpi di assorbire ed emettere radiazioni di lunghezza d'onda peculiare nei campi del visibile, dell'ultravioletto e dell'infrarosso. Ogni elemento possiede uno spettro caratteristico. Nel campo del visibile (0,4-0,8 micron) e dell'ultravioletto (0,000136-0,4 micron) la spettrofotometria permette l'identificazione ed il dosaggio dei singoli ioni presenti in una soluzione acquosa. Nel campo dell'infrarosso (0,8-400 Nm) vengono identificati i composti organici presenti nel materiale.

Prove fisiche

Analisi della distribuzione granulometrica - Su un'aliquota di campione, portata a peso costante, si effettua un attacco con EDTA a caldo fino alla totale disgregazione del campione stesso; si procede quindi alla setacciatura per via umida con un setaccio con luce netta tra le maglie intorno a 60 micrometri. La frazione maggiore viene successivamente vagliata a secco tramite una cascata di setacci con luce netta fra le maglie da 60 a 4000 micrometri. L'elaborazione statistica dei dati granulometrici permette di costruire istogrammi di distribuzione e di calcolare i più importanti parametri.

Determinazione della porosità - Per porosità si intende il rapporto fra volume dei pori aperti ed il volume apparente del campione. Si esprime generalmente in percentuale. Per determinare la porosità di un materiale si impiegano soprattutto porosimetri a mercurio e picnometri Beckman.

La porosità è un parametro molto importante nella valutazione dello stato di degrado di un rivestimento, in quanto riguarda direttamente la sua permeabilità all'acqua, che è il principale veicolo e causa di alterazioni nello stato di equilibrio (NORMAL 4/80).

Determinazione della curva di assorbimento di acqua e della capacità di imbibizione - Vengono ricavate per immersione totale del campione in acqua e per pesate successive, ma richiedono quantità di materiale-campione piuttosto elevate (NORMAL 7/81).

Determinazione della capacità di adescamento - Consiste nel misurare la quantità d'acqua assorbita per capillarità da un campione posto a contatto con una superficie liquida. Metodologia e inconvenienti sono i medesimi della prova di determinazione della curva di assorbimento e della capacità di imbibizione (NORMAL 11/82).

Prove meccaniche

Sono prove in grado di determinare le caratteristiche legate alla resistenza a compressione, a trazione, a flessione, della durezza e della resistenza all'abrasione del materiale, ma richiedono generalmente una quantità piuttosto elevata di materiale. Si possono così riassumere:

- prove di compressione monoassiale per la determinazione del modulo di elasticità e della resistenza a compressione monoassiale;
- prove di compressione triassiale (nel caso di strutture particolarmente complesse);
- prove di taglio (in modo particolare in corrispondenza dei corsi di malta);
- prove di carico puntiforme (poin-load) per la determinazione, in modo speditivo, dell'indice di resistenza di ciascun litotipo;
- prove di compressione a lunga durata per l'eventuale esame delle caratteristiche reologiche del materiale;
- prove di trazione diretta o indiretta.

I risultati delle prove di tipo meccanico devono essere correlate con i risultati di analisi di tipo fisico ed in modo particolare con la misura di velocità di propagazione delle onde elastiche lungo l'asse del campione.

Prove meccaniche in situ - Possono essere eseguite mediante l'impiego di appositi martinetti piatti che permettono di determinare in situ i parametri meccanici necessari per il progetto di consolidamento statico.

- *Misura dello stato tensionale.* La misura dello stato di sollecitazione viene effettuata mediante la tecnica del rilascio delle tensioni provocato da un taglio piano eseguito in corrispondenza di un corso di malta. Uno speciale martinetto piatto viene inserito all'interno del taglio e la pressione viene gradualmente aumentata sino a compensare la deformazione di chiusura rilevata al seguito del taglio. La pressione all'interno del martinetto moltiplicata per la costante caratteristica del martinetto, fornisce il valore della sollecitazione preesistente.
- *Determinazione delle caratteristiche di deformabilità e resistenza.* Dopo l'esecuzione della prima fase di prova sopra descritta viene inserito un secondo martinetto piatto parallelo al primo in modo da delimitare un campione di muratura di dimensioni di circa cm 50x50. I due martinetti, collegati ad una apparecchiatura oleodinamica, permettono di applicare al campione interposto uno stato di sollecitazione monoassiale. È così possibile determinare il modulo di deformabilità di un campione di grandi dimensioni, in condizioni indisturbate.
- *Determinazione della resistenza al taglio lungo i corsi di malta.* Dopo aver inserito i due martinetti piatti per l'applicazione della sollecitazione normale ai corsi di malta, viene estratto un mattone inserendo al suo posto un martinetto idraulico per l'applicazione della sollecitazione al taglio. A prova terminata il mattone può essere riposizionato.

Queste prove di tipo meccanico si potranno realizzare anche a consolidamento effettuato per verificarne l'effettiva riuscita.

Art. 16. DIAGNOSI E MATERIALI

Art. 16.1 Generalità

Una campagna diagnostica effettuata su qualsiasi tipo di materiale deve permettere innanzitutto di individuare le caratteristiche fisico-chimiche oltre che del materiale specifico, anche dei prodotti derivati dai processi di alterazione, per redigere successivamente una mappatura del degrado sulla base degli elaborati di rilievo.

L'anamnesi storica può essere molto utile in quanto arriva sovente a documentare trattamenti protettivi o di finitura realizzati in passato, quando non si riescono addirittura a recuperare informazioni che testimoniano la provenienza ed il tipo di lavorazione del materiale.

Art. 16.2 Pietre

Si dovrà inizialmente effettuare un primo esame visivo in modo da distinguere le caratteristiche macroscopiche della pietra: colore, abito cristallino, piani di sfaldatura, piani di sedimentazione, patologie di degrado, giungendo anche ad identificare il tipo mineralogico senza praticare prelievi.

Si potrà successivamente ricorrere a prove ottiche non distruttive (processi termovisivi e fotografici, all'infrarosso e a luce radente) per individuare discontinuità, alterazioni superficiali, quadro fessurativo, zone imbibite d'acqua, distaccate o comunque alterate.

Le prove per determinare con precisione le caratteristiche fisico-chimiche del materiale sono per lo più a carattere minimamente distruttivo: sarà pertanto da prevedere il prelievo di almeno un campione, delle dimensioni di 2 x 3 x 1 cm (pochi grammi). La portata distruttiva potrà essere ulteriormente limitata avendo l'accortezza di prelevare anche parti di roccia degradata, magari in frammenti già distaccati dalla matrice (croste nere, esfoliazioni), eventuali talli o parti di organismi biologici presenti, e, mediante impacchi di sostanze solventi, anche campioni delle sostanze presenti come macchie.

I campioni prelevati dovranno essere sottoposti ad analisi petrografica e ad analisi chimica.

L'analisi petrografica dovrà definire, osservando al microscopio sezioni sottili di materiale, la sua struttura mineralogica, la genesi e la provenienza.

In particolare l'analisi diffrattometrica ai raggi X sarà utile per definire la composizione cristallina delle croste nere, oltre ad identificare componenti argillose. Quest'ultima operazione sarà indispensabile per stabilire il tipo di intervento di pulitura da adottare, in presenza di argilla bisognerà infatti evitare l'impiego di acqua, data la sua tendenza ad imbibirsi, aumentando di volume.

L'analisi chimica dovrà identificare e quantificare le sostanze presenti nel campione.

Si dovrà avvalere di prove di laboratorio quali:

- la microanalisi;
- la fluorescenza ai raggi X;
- la spettrometria;
- la fotometria;
- la colorimetria.

Si dovranno inoltre effettuare le analisi delle croste, delle macchie, oltre alle prove per verificare la presenza di acqua e di sali solubili.

Per la identificazione della microflora, posto che la macroflora possa essere identificata senza ricorrere ad analisi specifiche, si dovrà ricorrere a ricerche al microscopio, su sezioni sottili, o a colture su terreni selettivi, in modo da permettere di indirizzare l'intervento biocida.

Art. 16.3 Terre cotte

Si dovrà, in prima istanza, effettuare una prima indagine morfologica microscopica dell'oggetto e del suo deterioramento (campagna di rilevamento fotografico a vari livelli), per giungere ad approfondite analisi chimico-fisiche in grado di determinarne la composizione mineralogica e chimica di tipo qualitativo e quantitativo.

Lo stesso tipo di operazione dovrà essere effettuata sugli agenti patogeni in aggressione, sulle croste nere, su eventuali organismi infestanti vegetali o animali in modo da identificarne compiutamente le caratteristiche biologiche e microbiologiche.

Si dovranno pertanto effettuare prove e/o saggi da condursi in prevalenza in laboratorio, tramite il prelievo di campioni secondo le modalità poste in essere dalle normative vigenti.

Sarà necessario disporre di almeno un campione delle dimensioni minime di 2 x 3 x 1 cm per ogni tipo di materiale o per materiali identici che manifestino comunque peculiarità nello stato di degrado (particolari efflorescenze ecc.), per effettuare le analisi mineralogico-petrografiche e chimico-fisiche opportune.

Qualora fossero presenti croste nere sarà necessario rimuovere parzialmente le stesse mediante grattamento con opportuni utensili, fino ad ottenere una quantità di 0,5-1 g per la eventuale effettuazione di analisi chimiche e diffrattometriche, analogamente sarà necessario mettere a disposizione frammenti di materiale ricoperto dalla crosta nera per l'analisi di sezioni stratigrafiche lucide o sottili.

Saranno inoltre necessari frammenti di croste di polveri e di eventuali manifestazioni di origine biologica visibili ad occhio nudo per effettuare tutte quelle prove di laboratorio che si riterranno opportune.

Nelle operazioni di campionamento sopra descritte sarà necessario danneggiare il meno possibile i manufatti, si cercherà pertanto di sfruttare la morfologia del degrado per la asportazione meno violenta possibile dei campioni (croste nere già sollevate, materiale già fessurato, staccato ecc.).

Nel caso di macchie di natura organica sarà necessario ricorrere all'estrazione dei campioni mediante impacchi o campioni inerti (sepiolite, polpa di carta, ecc.) predisposti con opportuni solventi per effettuare le successive analisi sulle soluzioni da queste separate.

Sarà inoltre necessario porre una particolare cura nel prelevamento di campioni biologici che dovrà essere effettuato sterilmente necessitando di strumenti campionatori, contenitori sterili e manipolazioni accurate, per la conservazione ed il trasporto sino a laboratorio specializzato, trasporto che dovrà avvenire il più sollecitamente possibile.

Potranno essere effettuati esami in situ atti a dare indicazioni sui materiali costituenti la fabbrica; questi esami andranno effettuati su superfici fresche di rottura od opportunamente pulite. In generale, però, sarà necessario prelevare provini per consentire l'esame petrografico in adatto laboratorio (mediante microscopio polarizzatore, impiegando metodologie tradizionali di analisi mineralogica in sezione sottile).

Questi studi porteranno alla identificazione di minerali principali ed accessori del materiale prelevato, della sua microstruttura e tessitura, delle eventuali microfaune fossili ecc, e quindi permettere di stabilire la genesi del materiale e la eventuale provenienza determinando l'età del manufatto ed eventuali altre caratteristiche quali la granulometria intrinseca e la porosità.

In alcuni casi si dovranno predisporre provini per l'analisi diffrattometrica-X per la determinazione delle fasi cristalline presenti sia nel materiale che nei depositi superficiali o sulle eventuali croste nere. Potrebbe inoltre essere necessaria una analisi al microscopio stereoscopico o a quello elettronico a scansione qualora sia necessario lasciare inalterato il campione prelevato che potrà quindi essere sfruttato per esami successivi.

Sarà necessario effettuare analisi chimiche dei materiali che verificheranno il contenuto totale di Ca, Mg, Fe, Al, Si, Na, K, P ed eventualmente Ti, Mn, Sr. I provini prelevati saranno tali da garantire l'effettuabilità delle analisi opportune.

Sarà inoltre necessario effettuare il prelevamento di campioni per analisi di croste nere e di efflorescenze saline, particolarmente accurate, che sappiano evidenziare la qualità e la quantità dei sali solubili, in particolare di solfati, cloruri e nitrati, per avere a disposizione una sostanziale idea del grado di pericolosità delle croste e delle efflorescenze e predisporre l'utilizzo degli agenti pulenti adatti alla loro rimozione.

Natura del materiale e determinazione del contenuto di sali - Nel caso si abbisognasse di conoscere la natura del materiale oggetto dell'intervento e se la crosta nera e le efflorescenze contengano o meno solfati o quali altri sali solubili, si potrà effettuare direttamente in cantiere la seguente prova: si disporrà di bisturi per grattare il materiale in aggressione; di un mortaietto

di porcellana per polverizzarla, di una serie di provette e di reagenti come segue:

- acqua distillata
- acido cloridrico (HCl) al 10%;
- acido nitrico (HNO₃) al 10%;
- acido solforico (H₂SO₄) concentrato (96%);
- due sali solubili al 5% di cloruro di bario (BaCl₂) e nitrato di argento (AgNO₃): si preparano pesando 5 g dei due sali e sciogliendoli in due boccette in cui si versano circa 100 cc di acqua distillata;
- solfato ferroso (FeSO₄) solido in cristallini.

Si saggerà il materiale in oggetto direttamente in situ su una superficie fresca o in un punto dove non è coperto da patologie o su un campioncino polverizzato nel mortaio. Se aggiungendo poche gocce di acido cloridrico si avrà una rapida effervescenza si potrà concludere che il materiale è ricco di carbonato di calcio; se l'effervescenza è debole il materiale sarà di tipo dolomitico o marnoso, arenaria a cemento calcareo, malta di calce idraulica; nessuna effervescenza indicherà che il materiale sarà di natura silicatica, graniti, beole, laterizi senza residui carbonatici ecc.

Per esaminare le polveri di croste nere sarà necessario portare le stesse in provette addizionandole con qualche cc di acqua distillata e agitare a lungo.

Per la ricerca di solfati si aggiungeranno due o tre gocce di acido cloridrico, si agiterà ancora lasciando poi riposare sino a decantazione del solido rimasto indisciolto, si verseranno poche gocce di cloruro di bario: un precipitato bianco-grigio di solfato di bario indicherà la presenza di solfati, che saranno più abbondanti quanto più intorpidisce la soluzione.

Analogamente si opererà per i cloruri, utilizzando acido nitrico e poi nitrato di argento: anche in questo caso un precipitato bianco latte, voluminoso, di cloruro di argento attesterà la presenza di questi sali.

Per valutare la presenza di nitrati la prova si effettuerà nel mortaio, disponendo in questo pochi cristallini di solfato ferroso, poi una goccia della soluzione acquosa ottenuta dalla crosta ed una di acido solforico concentrato; se si formerà un anello bruno attorno ai cristalli di solfato ferroso sarà certa la presenza di nitrati.

Qualora si ritenesse necessaria l'effettuazione di analisi di tipo biologico per valutare la alterazione dei materiali porosi per effetto della macro e microflora che interviene nei processi di trasformazione dei sopracitati materiali, si dovrà garantire il prelievo di campioni in merito alla presenza di piante, erbe, alghe e licheni infestanti i materiali costituenti la fabbrica. Si procederà quindi alla identificazione e classificazione di microrganismi non visibili ad occhio nudo, quali solfobatteri, nitrobatteri, attinomiceti e funghi microscopici.

Prove sulla durezza superficiale del materiale - Prima di effettuare operazioni di pulitura sarà opportuno predisporre esami che mettano in evidenza le proprietà fisico-meccaniche della superficie esposta e no. è infatti dimostrato che su alcuni tipi di materiale da costruzione, per effetto dell'esposizione agli agenti atmosferici, si ha un indurimento superficiale che può avere sia un effetto protettivo sul materiale o peggiorarne la conservazione (distacco o sfogliamento per disomogeneità di comportamento chimico-fisico con il materiale sottostante). Alcuni metodi di pulitura tendono a diminuire la durezza dello strato di superficie (spray di acqua ecc.), altri a conservarla (impacchi di attapulgate, ecc.).

Sarà quindi necessario controllarne l'esistenza eseguendo in seguito misure di durezza superficiale, prima e dopo la pulitura, verificare la preservazione dello strato indurito con tests alternati di permeabilità all'acqua e al vapore (es. mediante misure di velocità di evaporazione dell'acqua). Tests e prove potranno essere effettuate in laboratorio specializzato mediante il prelevamento di campioni ad hoc o sul monumento stesso. Lo strumento da utilizzarsi per la prova di durezza superficiale sarà lo sclerometro di Martens, costituito da una punta d'acciaio gravata da un peso variabile che, trascinata mediante una manopola righerà il manufatto; più il materiale è tenero e più la punta si affonda nello stesso tracciando un largo solco. Le dimensioni del solco saranno poi determinate mediante un tubo microscopico dotato di micrometro. Prove di questo tipo, mettendo in evidenza la presenza di uno strato indurito e l'eventuale diminuzione di durezza superficiale dovuta alla pulitura, consentiranno di valutare la eventuale necessità di consolidamenti mediante resine opportune o di modificare il metodo di pulitura stesso.

Un'altra caratteristica tecnica che sarà necessario evidenziare mediante prove opportune è la resistenza all'usura sia del materiale incrostato (crosta nera, incrostazione calcarea, ecc.) e di quello base sottostante.

Sarà inoltre necessaria la eventuale valutazione di altre caratteristiche quali la porosità del materiale, che consentirà di valutare la capacità di assorbimento d'acqua dello stesso in merito ad eventuale trattamento di pulizia mediante acqua nebulizzata.

Art. 16.4 Intonaci e malte

La diagnostica per le malte e per gli intonaci sarà analoga a quella utilizzata per le pietre per quanto riguarda l'analisi chimico-fisica.

Tuttavia una malta ha un livello funzionale, nell'ambito di un manufatto edilizio, molto più complesso di quello di un elemento lapideo. La malta interagisce direttamente con il supporto e con gli altri strati (se vi sono) di intonaco, rappresenta l'interfaccia fra elementi costruttivi e fra questi e l'ambiente, determinando i flussi di interscambio (igrotermici, atmosferici, idrici).

Per conoscere le caratteristiche e lo stato di conservazione di una malta non potrà essere sufficiente l'analisi delle singole componenti ma sarà necessario ricorrere alla valutazione dei vari livelli prestazionali.

Lo studio diagnostico delle malte e delle patologie di degrado relative dovrà avvenire su tre livelli differenti:

- il primo livello dovrà indagare la funzionalità del sistema, con metodi prevalentemente ottici;
- il secondo sarà rivolto alla determinazione delle caratteristiche del materiale;
- il terzo dovrà studiare le interazioni interne alla malta e fra questa e l'intorno.

–

Primo livello

L'esame visivo e tattile consentirà, anche nel caso delle malte, di indirizzare la successiva campagna diagnostica e di ricavare i primi dati elementari: aspetto esterno, presenza di patologie di degrado (polverizzazione, alveolizzazione, distacchi, bollature, colonie di organismi biopatogeni).

Per approfondire l'analisi al livello dello stato funzionale del sistema ci si potrà avvalere in modo particolare di tecniche di telerilevamento, della termovisione e della fotogrammetria, per individuare le caratteristiche del supporto ed eventuali zone degradate non visibili a occhio nudo (parti distaccate o umide).

Secondo livello

Si potrà ricorrere ad una serie di prove non distruttive o minimamente distruttive per determinare parametri che descrivono le capacità prestazionali globali dell'intonaco.

Pesando campioni di materiale si preciseranno:

- *Densità* - Assoluta ρ_a e relativa ρ_r , ovvero massa volumica reale ed apparente, rapporti tra massa del materiale e volume reale o apparente, quest'ultimo comprensivo del volume fra pori aperti e chiusi. Variazioni nel valore della massa volumica reale indicano la formazione di nuovi composti o la perdita di materiale per azioni patologiche.

- *Peso specifico* - Varia, per le malte, da 2.50 a 2.70, mentre non sempre è possibile determinare sperimentalmente quello delle singole componenti, per cui si usa ricorrere a valori standard in rapporto al tipo di materiale impiegato (peso di volume e peso in mucchio).

Setacciando gli stessi campioni è possibile determinare la granulometria degli aggregati, ossia la distribuzione percentuale delle frazioni di aggregato con diverso diametro. È uno dei parametri più importanti, perché influisce sulle più importanti caratteristiche prestazionali dei rivestimenti. L'elaborazione statistica dei dati granulometrici (che si sviluppano su scala semilogaritmica) porta a istogrammi di distribuzione e alla determinazione di importanti parametri (per esempio l'indice di dispersione, il grado di simmetria, l'indice di acutezza).

Negli intonaci la granulometria degli aggregati varia fra i 60 e i 4000 millimicron.

- *Porosità* - è un altro parametro fondamentale, perché influenza notevolmente gli scambi igrotermici con l'ambiente. Si definisce come rapporto percentuale tra il volume dei pori aperti ed il volume apparente. Il volume reale si misura con picnometri (porosimetri) di tipo Beckman, mentre il volume apparente si ricava con picnometri a mercurio.

La porosità negli intonaci dipende dalla forma degli aggregati e dalla quantità di legante presente. Maggiore è la sfericità dei granuli e minore è la porosità della malta. La presenza di legante in grande quantità e la lavorazione a ferro o a spatola limitano notevolmente la porosità di un impasto, che normalmente è compreso fra 34% e 40%.

Dalla porosità dipendono anche la capacità di assorbimento, il coefficiente di assorbimento, la permeabilità all'aria, all'acqua e al vapore acqueo.

- *Capacità di assorbimento* - è l'attitudine di un materiale ad assorbire acqua, che viene fissata nelle cavità interne. Come è noto l'altezza della risalita capillare è legata poi all'evaporazione della stessa acqua di risalita: il livello massimo sarà determinato dal raggiungimento di una superficie bagnata che garantisce evaporazione di una quantità di acqua pari a quella assorbita dal terreno.

- *Permeabilità* - Si misura con strumenti denominati permeametri. I permeametri si distinguono in due categorie: a carico costante e a carico variabile.

La permeabilità di un rivestimento è determinante per le condizioni del sistema murario: una grande permeabilità consente alla muratura di respirare ma può portare all'imbibizione di acqua piovana; una permeabilità molto ridotta comporta l'instaurarsi di una barriera al vapore, che provoca tensioni superficiali dovute al gradiente di pressione fra interno ed esterno e può portare a distacchi superficiali, a condense interne e ad una alterazione generale delle condizioni di equilibrio.

- *Coefficiente di permeabilità "k"* - Dipende anche dalla tessitura del mezzo poroso e dalla viscosità del fluido. In generale si riscontra una correlazione diretta con la granulometria del materiale e con la coesione delle singole particelle.

Una notevole importanza riveste anche la considerazione del parametro μ , che indica la resistenza alla diffusione del vapor d'acqua. Il valore μ di un intonaco tradizionale si aggira intorno a 15-17 (negli intonaci deumidificanti μ vale circa 12, mentre gli intonaci cementizi raggiungono il valore 20).

Con prove di laboratorio è possibile stabilire anche l'igroscopicità di una malta (fenomeno di assorbimento di vapore acqueo provocato dalla presenza di elementi solubili), la conducibilità termica e le proprietà meccaniche. I valori della resistenza meccanica sono però determinabili solo con prove a rottura di campione, che vanno quindi di norma evitate, a meno che il dato sperimentale non sia essenziale per la buona riuscita dell'intervento. Le proprietà meccaniche dipendono soprattutto dal grado di coesione dell'impasto, dalla presenza di umidità e dallo stato di alterazione, per cui spesso la conoscenza di queste caratteristiche è necessaria per orientare anche le prove di resistenza. Indicativamente la resistenza a compressione di una malta da rivestimento varia fra 2 e 3 N/mm², mentre la resistenza a flessione è compresa fra 0.5 e 1.2 N/mm².

Con prove interamente non distruttive (parametrizzazione Munsell) si può invece specificare il colore di un impasto, anche se queste prove si applicano per lo più ai rivestimenti pittorici.

La caratterizzazione delle proprietà fisiche e chimiche di un intonaco avviene su base petrografica. I parametri fisici di cui tenere conto sono: densità, peso specifico, granulometria.

L'analisi chimica permette invece di identificare e di quantificare le sostanze presenti. Viene svolta su campioni ridotti (pochi grammi) da analizzare con le stesse modalità precisate per i materiali lapidei.

Terzo livello

Prende in esame le interazioni con l'intorno e con le altre componenti tecnologiche; spesso ci si limita a determinare le caratteristiche fisico-chimiche del materiale riducendone artificiosamente la complessità, rinunciando a considerare i fenomeni interattivi. Col risultato che in molti cantieri di restauro si considera sufficiente, per avere buoni rappezzi e buone stuccature e stilature, riprendere e ripetere la composizione della malta esistente anche nei nuovi impasti. Senza considerare l'importanza che la lavorazione e l'applicazione può avere per il comportamento futuro di una malta.

Alcune operazioni diagnostiche sulle malte sono comunque particolarmente complesse: per esempio è particolarmente difficile determinare il comportamento e lo stato di interazione fisico fra i diversi strati di un intonaco. È possibile comunque realizzare dei modelli di studio che si avvicinano notevolmente alla realtà, pur mantenendo una certa approssimazione.

Bisogna però ricordare come questi parametri non siano ottenibili con il solo impiego di tecniche diagnostiche non distruttive e di facile applicazione.

Art. 16.5 Legni

Le prove diagnostiche sui manufatti in legno saranno indirizzate alla determinazione delle caratteristiche dell'essenza, alla precisazione delle condizioni statiche, dello stato di conservazione e delle specifiche patologie di degrado.

Le indagini dovranno basarsi su un sopralluogo con attento esame visivo dei manufatti e delle condizioni al contorno, sulla misurazione delle caratteristiche igrotermiche dell'ambiente, sull'impiego di strumenti atti a determinare l'entità di eventuali dissesti, sul prelievo di materiale oggetto di biodeterioramento.

Per determinare il tipo di essenza e, conseguentemente, le condizioni adeguate al mantenimento di uno stato di equilibrio, si potrà fare ricorso a tecniche minimamente distruttive, che prevedono il prelievo di un ridotto quantitativo di materiale.

Esame visivo - Sarà volto ad individuare la presenza di elementi di discontinuità, che possono essere dovuti a deformazioni fisiologiche del materiale, o all'insorgenza di forme di degrado.

Andranno quindi registrati e riportati sulle tavole di rilievo:

- distorsioni, inflessioni, curvature, fessurazioni;
- macchie di muffa, spore, zone polverizzate (l'odore di muffa potrà essere utile a localizzare gli ambienti dove queste patologie sono presenti);
- presenza di fori e/o di polvere di legno dovuti all'attività di insetti xilofagi;
- presenza di larve e/o insetti morti;
- sfaldamento degli strati superficiali di pitturazioni o verniciature;
- macchie di umidità;
- presenza di nodi, cipollatura e altre alterazioni della continuità del materiale.

Valutazione delle condizioni statiche - Consisterà nella precisazione del modello statico del manufatto, nell'individuazione degli elementi deteriorati e nella verifica degli elementi maggiormente sollecitati.

La conoscenza del tipo di essenza e, quindi, del suo peso specifico e delle caratteristiche di resistenza, permette una verifica mirata alla luce dei valori limite previsti dalla scienza delle costruzioni e dei coefficienti di sicurezza individuati dalla legislazione vigente.

Dal momento che generalmente il legno è impiegato per strutture in grado di esercitare sui vincoli solo azioni verticali, l'indagine si incentrerà particolarmente sulla rilevazione dell'inflessione degli elementi longitudinali, sulla verifica dei nodi di collegamento e sulle condizioni degli appoggi e delle testate delle travi. In presenza di capriate devono essere analizzati con particolare cura anche le connessioni fra puntoni, monaco e catena e lo stato delle reggiature.

Per compiere le necessarie verifiche statiche è necessario riformulare i valori della resistenza della specifica essenza alla luce del contenuto di umidità rilevato .

Per la valutazione strumentale delle caratteristiche geometriche si dovranno impiegare estensimetri meccanici e/o elettronici, flessimetri e deformometri.

Per valutare la coerenza del materiale con tecniche di indagine non distruttive si potrà ricorrere a misure con strumenti ad ultrasuoni, che rivelano discontinuità e la presenza di gallerie all'interno delle strutture.

Analisi del materiale - L'analisi di campioni di fibre degradate consentiranno di determinare il tipo di attacco biologico in corso e di studiare un'adeguata risposta chimica.

La possibilità di procedere ad analisi minimamente distruttive permette di conoscere innanzitutto il tipo di essenza e la variazione del contenuto di umidità rispetto ai limiti che caratterizzano una specifica essenza. Da queste informazioni deriva immediatamente la conoscenza di altri dati fisici sull'essenza studiata, quali il peso specifico apparente e assoluto, l'indice di porosità, il contenuto di umidità. Prove effettuate su campioni della medesima essenza, sottoposti a cicli di invecchiamento, possono essere impiegati per ricavare ulteriori informazioni circa la resistenza meccanica, i valori di dilatazione dovuta a sbalzi termici, la capacità di assorbimento d'acqua.

Art. 16.6 Metalli

I manufatti metallici potranno essere oggetto di due ordini di indagini conoscitive: indagini volte a determinare la natura del materiale e indagini volte a valutare la funzionalità strutturale del medesimo.

Nel caso dei metalli, a parte alcuni aspetti del degrado del cemento armato, l'esame visivo potrà essere già sufficiente all'individuazione delle patologie di degrado nella loro globalità. Per la determinazione degli aspetti chimici bisognerà invece ricorrere a prove strumentali.

Fra queste, le analisi chimiche e metallografiche minimamente distruttive servono a stabilire la composizione chimica del metallo e delle patine. Si effettuano su campioni di piccolissima dimensione, adatti alla realizzazione di sezioni microscopiche e metallografiche (pochi grammi). Le analisi non differiscono, pur avendo una propria specificità, da quelle mineralogiche; in particolare anche per i metalli è consigliabile l'indagine per diffrazione ai raggi X, o l'elettrografia per emissione, che sono in grado di stabilire la composizione dei materiali cristallini che si formano sulla superficie del manufatto a seguito delle reazioni patogene. La conoscenza della composizione chimica dei metalli e delle sostanze presenti sulla loro superficie può agevolare la scelta dei prodotti detergenti, che devono in molti casi essere selettivi.

Le indagini strutturali comprendono invece prove non distruttive, come la termografia, la gammagrafia, la radiografia a raggi X, la fotografia ad infrarosso e a luce radente e prove minimamente distruttive, come quelle per la determinazione della resistenza del metallo, che prevede una campionatura piuttosto consistente.

In particolare la termovisione permette di valutare le modalità di diffusione della temperatura in una struttura e lo scambio termico con l'intorno, che determinano movimenti anche di grande ampiezza, in rapporto alle dimensioni del manufatto e che possono essere all'origine di dissesti, soprattutto se i vincoli non sono in buono stato di conservazione.

Metal detector, magnetometria, termografia, ultrasuoni, radar e altre tecniche possono consentire di determinare la posizione dei ferri di armatura in strutture di cemento armato.

Complemento inscindibile delle indagini diagnostiche su strutture metalliche sarà la verifica statica: dovrà essere realizzata con elaborazioni di calcolo impostate sui principi della statica e della scienza delle costruzioni, prendendo in considerazione le caratteristiche del materiale (geometriche e chimiche), l'entità dei carichi d'esercizio, le tensioni ammissibili, i vincoli e le loro condizioni, lo schema strutturale e i possibili effetti di incendi e di eventi eccezionali (in particolare sismi e alluvioni). La verifica, per essere valida, si dovrà avvalere di rilievi adeguati e dei risultati delle prove diagnostiche e generalmente si avvale di prove di carico che possono anche avere valore di collaudo.

Art. 16.7 Rivestimenti

La colorazione di una malta viene generalmente distinta in due categorie: una detta idiocromatica, che è determinata dal colore proprio dei materiali che costituiscono la malta stessa o la sua finitura pittorica; l'altra è detta allocromatica, in quanto conseguenza della presenza di aggregati o di pigmenti che si distinguono da quelli predominanti. L'importanza di tale classificazione trova la sua ragione nella pratica per la determinazione della stabilità delle colorazioni: infatti le componenti allocromatiche sono molto spesso più instabili di quelle idiocromatiche.

La nomenclatura dei colori fa riferimento al sistema Munsell di classificazione (in due versioni) che si basa sulla considerazione di tre fattori denominati hue, chroma e value.

- Hue è la tonalità del colore (rosso, verde, giallo, blu ecc.), definita in fisica cromaticità o croma.
- Chroma è il numero di granelli colorati in rapporto ai grigi.
- Value è la riflessività.

Munsell dispose su un cerchio cinque colori principali: rosso (R), giallo (Y), verde (G), blu (B), porpora (P).

Le combinazioni di queste tinte danno altre cinque tonalità intermedie: R-Y, G-Y, B-G, P-B, R-P.

Questi dieci colori possono combinarsi fra loro fino a formare 100 tipi di hue.

L'origine dei pigmenti impiegati nelle malte o nei rivestimenti riportati, è suddivisibile in pigmenti naturali e artificiali, minerali od organici.

I pigmenti naturali più usati sono i seguenti:

- bianco: calce spenta (bianco-San Giovanni, bianco di Spagna, bianco Meudon, bianco di Champagne, bianco Bugival, Biancone); bianco animale (ricavato dalla calcinazione e Macinazione di conchiglie, molluschi e gusci d'uovo).
- nero: terra nera di Venezia (carbonato di calcio con ferro, manganese e argilla), pirolusite, manganite, manganomelano.
- giallo: limonite (ocra gialla), argille (ocre), solfuri.
- azzurro: argille, serpentino, idrossidi di Al.
- rosso: ematite (ocra rossa), argille (ocre).
- verde: clorite, talco, serpentino, sericite, scapolite.

Art. 17. INDAGINI PRELIMINARI

Art. 17.1 Indagini preliminari agli interventi di deumidificazione

Individuazione delle cause - L'individuazione e la classificazione delle cause scatenanti il fenomeno potranno avvenire utilizzando una serie di indagini, semplici e più complesse da impiegarsi a seconda dei casi.

Il fenomeno potrà essere facilmente individuato anche tramite una semplice indagine visiva tenendo presenti le seguenti indicazioni.

Umidità di tipo ascendente: è indipendente dalla stagione, sale sulle murature sino ad una altezza di circa 2-3 metri impregnandole per tutto lo spessore. Scompare in un tempo piuttosto lungo, 3-4 anni avendone chiaramente eliminata la causa.

Può essere alimentata da falda freatica o derivare da altre cause quali acque disperse e perdite occasionali.

Nel primo caso i valori di umidità risultano essenzialmente simili in tutte le membrature murarie costruite con materiali analoghi; l'altezza di risalita è costante nel tempo ed è chiaramente massima nelle esposizioni meno soleggiate (nord, nord-est) o ventilate e minima in quelle meglio esposte (sud); in linea di massima il fenomeno è facilmente verificabile su altri edifici realizzati con caratteristiche costruttive analoghe, edificati nella medesima zona.

Nel secondo caso il fenomeno si presenta concentrato solo in alcune murature o parti di muratura; l'altezza di risalita non è costante nel tempo (oscillazioni annue); il fenomeno si verifica esclusivamente in un singolo edificio o in edifici adiacenti o comunque molto prossimi.

Un dato da non dimenticare è che l'umidità tende chiaramente a risalire, cioè a divenire umidità ascendente, solo quando è sostenuta da una colonna capillare che ha la sua base nell'acqua sotterranea. In caso contrario l'invasione dell'umidità è di tipo gravitazionale, diretta cioè verso il basso; diviene ascendente solo se il muro nella parte inferiore è già saturo.

L'umidità ascendente avanza abbastanza velocemente nei primi decimetri, in seguito sempre più lentamente poiché la evaporazione superficiale la contrasta. Logicamente quanta maggior quantità d'acqua evapora da un muro, tanto più si riduce l'altezza di risalita.

Umidità di condensazione: si ripresenta ogni anno alla stessa stagione e si trova sulla superficie dell'edificio a qualunque altezza. È facilmente eliminabile tramite il calore e la ventilazione, ma può ripresentarsi con facilità. Difficile eseguire una diagnosi, le macchie al momento dell'osservazione possono infatti essere asciutte e l'umidità di condensazione può facilmente confondersi con altri tipi di umidità.

Umidità di percolamento: può essere dovuta a particolari condizioni atmosferiche (pioggia, neve, nebbia) o a pluviali, tetti, tubazioni poco funzionali o addirittura rotti.

- Umidità da acqua piovana: le cause delle infiltrazioni possono essere molteplici: fessurazioni dell'intonaco, distacco tra materiali di caratteristiche diverse (p.e. tra le strutture portanti e i tamponamenti), difetti degli intonaci (di composizione o di coesione tra intonaco e supporto), degrado della malta, difetti di connessione tra gli infissi e le murature.

Se le infiltrazioni sono dovute a cause localizzate, anche le manifestazioni di umidità saranno localizzate. L'acqua a causa della sua mobilità e continua migrazione può comunque riapparire anche molto lontano dal punto di penetrazione. Al contrario, nel caso in cui le infiltrazioni siano dovute a difetti complessivi dell'edificio, le manifestazioni appaiono su tutta la facciata, generalmente quella esposta alla pioggia battente. Le macchie di umidità legate alle precipitazioni atmosferiche sono molto accentuate in caso di pioggia, tendono normalmente a scomparire dopo un periodo di bel tempo. Le macchie sono prevalentemente esterne dato che è molto improbabile il passaggio della pioggia nelle murature se non quando si è in presenza di crepe o fessurazioni. Il grado di umidità è decrescente dall'esterno all'interno della muratura e dall'alto verso il basso: il rapporto è l'inverso di quello che si avrebbe nel caso di umidità ascensionale.

- Umidità dovuta a perdite e rotture: si può manifestare in varie parti dell'edificio con macchie localizzate interne ed esterne. Quando l'umidità è visibile in prossimità del punto di infiltrazione è più facile diagnosticare il guasto e porvi rimedio, ma è più frequente che la macchia compaia lontano dalla sua origine a causa della migrazione interna dell'acqua. In mancanza di dati ben visibili ed esaurienti (p.e. macchie localizzate, pluviali decisamente fuori uso) è necessario procedere ad una sistematica e puntuale ispezione del perimetro dell'edificio, verificando se pozzi, cisterne, fognature risultano in buone condizioni o perdano visibilmente; ispezionando gli impianti di raccolta ed allontanamento delle acque stradali e piovane, verificando con adatte strumentazioni le eventuali perdite delle tubazioni.

In edifici non di recente costruzione il più delle volte le cause vanno logicamente sommandosi: ascensione capillare, acque disperse, impianti tecnologici rotti o inadeguati, locali mal aereati sono una serie di effetti che concorrono in modo più o meno grave al danneggiamento della muratura.

Art. 17.1.1 Tecniche di misura dell'umidità

Sarà opportuno, prima di dare il via al progetto di intervento volto alla eliminazione del fenomeno dell'umidità e/o delle cause determinanti la patologia, predisporre una campagna diagnostica di conoscenza volta a determinare con più precisione alcune caratteristiche e peculiarità del fenomeno in oggetto. La ricerca diagnostica svolta in cantiere, quale prima fase di conoscenza diretta dovrà dare garanzie di economicità, praticità e velocità, utilizzando apparecchiature non eccessivamente complesse di facile utilizzo ed applicabilità. Apparecchiature in grado di fornirci indicazioni a carattere comparativo, in grado di determinare la differenza di comportamento tra una muratura sana ed una malata dello stesso edificio.

Sarà inoltre indispensabile conoscere il contenuto d'acqua presente in una struttura muraria; tale valore è legato non tanto alla capacità del materiale di assorbire acqua, quanto piuttosto alla sua attitudine a evaporarla più o meno velocemente.

Per una muratura in mattoni pieni il livello di guardia deve essere del 2,5-3,0% in peso; sotto questo limite, purché il locale sia aereato, non si producono danni igienici né alle persone né alle cose.

Una prima ricerca diagnostica dovrà riguardare:

- le misure igrometriche;
- le misure del contenuto d'acqua nelle strutture;
- i rilevatori di condensazione;
- le misure della temperatura dell'aria;
- le misure della temperatura superficiale.

I tipi di analisi diagnostiche potranno riguardare direttamente od indirettamente il manufatto oggetto di studio, in modo assolutamente non distruttivo, o relativamente distruttivo, tramite quindi il prelievo di campioni più o meno rilevanti.

Misure igrometriche o dell'umidità relativa - I valori di umidità relativa dovrebbero, di norma, essere compresi tra il 35% ed il 70%; l'umidità relativa esprime il rapporto percentuale fra l'umidità effettivamente contenuta

nell'aria, ad una data temperatura e l'umidità massima che potenzialmente potrebbe esservi contenuta, sempre alla stessa temperatura.

I principi fisici su cui si basano gli strumenti di rilevamento sono:

- la variazione dimensionale di elementi organici (capelli, membrane) con il variare dell'umidità;
- la variazione della resistenza elettrica di sensori realizzati con impasti di sali igroscopici in funzione dell'umidità relativa;
- la variazione dell'impedenza elettrica di semiconduttori in funzione dell'umidità relativa;
- la formazione di condensazione su una superficie in funzione della sua temperatura.

Si potranno in genere utilizzare essenzialmente due strumenti:

l'igrografo a capello, derivato dall'igrometro a capello, dal quale differisce solo per la possibilità di registrare immediatamente i dati relativi all'umidità, tramite un apposito apparecchio a tamburo; è basato sulla proprietà dei capelli umani e di certe fibre organiche di aumentare o diminuire di lunghezza con il variare dell'umidità dell'aria. I movimenti dei capelli, opportunamente amplificati, vengono riportati su indice numerico.

La registrazione dei dati può essere giornaliera, settimanale o mensile.

Accoppiato con un termometro a lamina bimetallica, può dare anche la rilevazione della temperatura dell'aria trasformandosi così in un termogigrografo.

I limiti dello strumento stanno nella facile staratura a cui è soggetto, per cui se ne consiglia una taratura periodica circa ogni tre mesi. Risulta estremamente utile e pratico nell'utilizzo in cantiere.

Lo psicrometro è uno strumento sufficientemente preciso, pratico e funzionale.

È composto da due termometri uguali uno con bulbo libero e asciutto, l'altro avvolto in una pezzuola che deve essere mantenuta bagnata. Con una leggera ventilazione si accelera l'evaporazione della pezzuola provocando il raffreddamento del bulbo del termometro bagnato, mentre l'altro, asciutto, rimane insensibile al movimento dell'aria. La differenza di temperatura tra i due termometri sarà tanto maggiore quanto più forte è l'evaporazione dell'acqua, cioè quanto più l'aria è asciutta. Lo scarto termico tra i due termometri permette quindi di calcolare l'umidità relativa dell'aria, con molta esattezza. Lo scarto risulterà uguale a zero quando l'umidità raggiunge il 100%. Lo strumento non è utilizzabile con temperature vicine agli 0 gradi centigradi, in quanto il bulbo gelerebbe.

Con l'aiuto della tabella psicrometrica si può immediatamente stabilire il tenore igrometrico dell'aria. È possibile incorporare nello strumento un elaboratore elettronico in grado di fornire oltre all'umidità relativa, la temperatura dell'aria, l'umidità assoluta, la temperatura di rugiada.

Misure del contenuto d'acqua

Metodi indiretti - Prevedono l'utilizzo di strumentazioni assolutamente non distruttive, completamente rispettose della materia, da impiegarsi per la totalità in cantiere quale prima, indispensabile, ma spesso non esauriente, indagine conoscitiva.

- *Misuratori a lettura di resistenza elettrica*: forniscono la lettura delle variazioni di resistenza elettrica fra elettrodi posti sulla muratura. Tale resistenza è influenzata dall'umidità: maggiore è il contenuto d'acqua e maggiore è la conducibilità elettrica. La misura può essere effettuata solo superficialmente ed è poco precisa, dipende dai materiali ed è molto influenzata dalla eventuale presenza di sali. Sono strumenti pratici, agili e veloci sicuramente utili per realizzare una prima fase esplorativa, tralasciando l'affidabilità dell'esatta misurazione, valutando i valori estremi della scala di riferimento presente sullo strumento.
- *Misuratori a lettura di costante dielettrica*: si basano sulla lettura della costante dielettrica tra due elettrodi standard appoggiati alla muratura. Avendo l'acqua costante dielettrica 30-40 volte più elevata degli altri materiali, sarà facile per lo strumento rilevare anche piccole quantità di acqua presenti nei materiali edili. La misurazione risulta meno influenzata dalla presenza di sali, ma si tratta sempre di un tipo di misurazione superficiale, difficilmente impiegabile su superfici scabre.
- *Misuratori del contenuto d'acqua a neutroni*: può essere impiegato solo per studi limitati a piccole estensioni. Se si fa attraversare il materiale in oggetto da un fascio di neutroni, o meglio microonde, si avrà una attenuazione della loro energia iniziale a causa dell'acqua contenuta nel materiale stesso. Per fare tale tipo di rilevazione basta porre un ricevitore o di fronte alla sorgente, alla parte opposta della struttura in esame (misura per trasparenza), oppure dalla stessa parte (misura per riflessione).

Metodi diretti - Prevedono, ovviamente, analisi di laboratorio da effettuarsi su campioni di muratura estratti mediante carotaggi o perforazioni. Certamente utili là dove è necessario dare precise risposte di tipo quantitativo, sempre che i prelievi siano indirizzati in funzione di risposte quantitative già raccolte mediante indagini non

distruttive, al fine di ridurre al massimo il rischio di effettuare sondaggi localizzati in punti che risultano in seguito non rappresentativi.

- *Metodo ponderale*: certamente il sistema più preciso attualmente a disposizione del tecnico-operatore. Il contenuto d'acqua in un materiale viene determinato calcolando la differenza tra il peso dello stato umido ed il peso dello stato secco. Il metodo fornisce dati esatti sul singolo campione, ma non è consigliabile risalire ad un valore di riferimento per l'intera muratura. Per ottenere risultati attendibili si devono eseguire numerosi prelievi tramite carotaggio con trapani a basso numero di giri (150 giri/min) e, per carote profonde (oltre 100 cm), con carotatrici al widia. I prelievi andranno effettuati a differenti altezze e sezioni verticali della muratura (primo campione in superficie, secondo campione a 15-20 cm di profondità). I campioni vengono immediatamente pesati con bilancia di precisione, successivamente essiccati, avendo l'accortezza di non superare la temperatura di 110 gradi C e quindi ripesati valutando la quantità d'acqua contenuta nel materiale. Tale quantità andrà quindi riferita percentualmente al peso o al volume del campione in esame.
- *Metodo del carburo di calcio*: se un campione prelevato dalla muratura viene mescolato con del carburo di calcio (CaC_2), si sviluppa dell'acetilene (C_2H_2) in quantità strettamente legata all'acqua presente nel campione. Forzando la reazione in ambiente chiuso sarà possibile misurare la pressione esercitata tramite manometro. Lo sviluppo di acetilene è direttamente proporzionale alla quantità d'acqua, al valore della quale è possibile risalire ammesso di conoscere la quantità standard del materiale esaminato e del carburo di calcio.
- *Rilevatori di condensazione* - Di norma le condizioni favorevoli al verificarsi della condensazione sono stagionali, ma possono anche essere di breve durata. È un fenomeno difficile da cogliere in atto. Esistono quindi dei rilevatori che, collegati ad un registratore, permettono di conoscere la frequenza e la durata del fenomeno.
- *Rilevatori di condensazione a variazione di resistenza*: il funzionamento è basato sul principio che la resistenza elettrica che passa tra due elettrodi, molto vicini tra loro e collegati da una basetta isolante a bassa inerzia termica, fissata al muro, tende a precipitare con il fenomeno della condensazione dell'acqua sulla basetta. In pratica, se la resistenza fra i due elettrodi è elevata, la basetta è asciutta e quindi non siamo in presenza di condensazione. Bisogna fare attenzione che la basetta sia pulita e priva di sali, poiché si verrebbero a segnalare fenomeni di igroscopicità e non di condensazione.
- *Rilevatori di condensazione ed appannamento*: permettono di misurare l'attenuazione che subisce un fascio di luce ad infrarossi dopo aver colpito una piastrina metallica fissata sulla superficie in esame; infatti se c'è condensazione, l'acqua depositata sulla piastrina assorbe parte del fascio di infrarossi che la colpisce e il rilevatore segnalerà una riduzione di intensità del fascio riflesso.

Misure di temperatura dell'aria

- *Termometri a mercurio o ad alcool*: strumenti universalmente conosciuti, basati sul principio della dilatazione termica degli elementi. Normalmente utilizzati in laboratorio per la taratura ed il controllo degli altri tipi di strumenti.
- *Termometri a lamina bimetallica*: il principio di funzionamento si basa sulla deformazione che subisce una lamina bimetallica al variare della temperatura. La lamina è composta da due strisce metalliche sovrapposte e saldate fra loro, con diverso coefficiente di dilatazione termica. Strumento robusto di modesta precisione.
- *Termometri a termocoppia*: ottimi strumenti nel caso di registrazioni di temperatura prolungate nel tempo. Due giunzioni di due metalli diversi vengono mantenute a temperature differenti, cosicché tra di esse si viene a stabilire una differenza di potenziale. Se una delle due giunzioni viene mantenuta ad una temperatura nota, si potrà risalire alla temperatura dell'altra, misurando la differenza di potenziale. È uno strumento stabile nel tempo, non soggetto ad invecchiamento, in grado di rilevare anche misure puntiformi, in quanto l'elemento sensibile è la giunzione di due fili sottilissimi. Lo svantaggio risiede principalmente nella difficoltà a mantenere costante la temperatura di riferimento.
- *Termometri a termistori o a semi conduttori*: si rileva la temperatura attraverso un sensore costituito da un elemento che varia la sua resistenza al variare della temperatura. Conoscendo quindi la resistenza elettrica si potrà risalire alla temperatura dell'aria. È attualmente uno degli strumenti più utili e pratici data la facilità e la precisione con la quale oggi si può misurare una variazione di resistenza elettrica.
-

Misure di temperature superficiali - Qualsiasi strumento che misura la temperatura dell'aria può misurare anche la temperatura superficiale, a patto di stabilire un contatto perfetto tra elemento sensibile e struttura, senza che il termometro venga influenzato dalla temperatura dell'aria.

Si possono pertanto utilizzare i termometri a termocoppia, a termistori o a semiconduttori. Per limitare l'influenza della temperatura dell'aria, l'elemento sensibile viene inserito in un cono di argilla precedentemente applicato sulla superficie muraria.

Per misurare la temperatura interna di una struttura muraria basta inserire l'elemento sensibile all'interno di un foro di opportune dimensioni, avendo cura di riempire il foro, per tutta la sua lunghezza, con del materiale compatto in modo che la misurazione non possa venire influenzata dalla temperatura interna dell'aria.

Strumenti specifici per misurare la temperatura superficiale dei materiali risultano essere i termometri a raggi infrarossi. Ogni corpo infatti emette raggi infrarossi. Se tali raggi si convogliano con un sistema ottico su un termometro a termocoppia ad alta amplificazione, si può conoscere istantaneamente la temperatura di quel corpo.

Art. 17.2 Indagini preliminari all'intervento di conservazione

La diagnosi delle alterazioni dovrà basarsi essenzialmente su misure di una serie di caratteristiche del materiale e sulla analisi dei prodotti di alterazione, associate ad analisi petrografiche e indagini ambientali.

Le analisi di laboratorio saranno effettuate su campioni prelevati dal monumento in zone scelte di volta in volta tra quelle che presentano un certo tipo di alterazione. Ne segue la necessità che questi prelievi siano effettuati con cognizione di causa dopo un attento esame visivo e una precisa localizzazione del prelievo stesso sulle tavole del rilievo. Analoga esigenza di correttezza operativa esiste per quanto riguarda i criteri di prelievo.

In ogni caso i prelievi dovranno:

- essere effettuati solo previa autorizzazione dell'Ente che soprintende al manufatto, concordando tempi e modalità;
- essere eseguiti da chi realizzerà le analisi o in sua presenza;
- avere copia del piano di lavoro depositata presso l'Ente che soprassiede al manufatto;
- essere effettuati in maniera estremamente contenuta, in rapporto, sempre, a ciò che si vuole conoscere;
- evitare di deturpare esteticamente il manufatto;
- essere realizzati in superficie o in profondità, possibilmente entrambi e nella stessa posizione.

Quelli in superficie si effettueranno tramite l'uso di bisturi o scalpelli, pennelli a seta morbida, trattandosi generalmente di materiale polverulento, incoerente e coerente.

Quelli in profondità mediante carotatrice a secco e a basso numero di giri, onde evitare il surriscaldamento; mediante carotaggio umido, invece, in casi estremi, ricordandosi di citarlo per non alterare i risultati delle indagini successive causati dall'uso dell'acqua di raffreddamento.

Dopo il prelievo, i campioni dovranno essere chiusi ermeticamente in appositi contenitori di materiale inerte avendo cura, precedentemente, di pesarli e contrassegnarli. È necessario misurare immediatamente il contenuto d'acqua libera nel campione possibilmente a piè d'opera.

Premesso che i prelievi da analizzare saranno effettuati non solo sulle zone nelle quali l'alterazione si manifesta con diversa morfologia, ma anche a quote e a livelli diversi in modo da avere informazioni anche sull'estensione e sull'entità di materiale alterato, si elencano di seguito, i tipi di analisi che più comunemente vengono effettuate.

Il microscopio mineralogico per trasparenza in sezione sottile ed in sezione lucida potrà permettere studi sulla natura dei minerali e di diversi prodotti di alterazione, i costituenti, il modo con il quale essi sono interconnessi, la dimensione media dei cristalli, gli spazi vuoti tra di essi, la presenza di fratture inter e intracristalline. Si utilizza come strumento il microscopio in luce polarizzata, con il quale si studiano sezioni di materiale ridotte meccanicamente in lamine di 0,03 mm di spessore; mentre per le lucide viene inteso del materiale preparato allo stesso modo, ma con una faccia lucidata meccanicamente a specchio.

Informazioni sulla morfologia e sulla struttura del materiale potranno anche essere fornite dal microscopio elettronico a scansione (SEM). Accanto a questo tipo di indagini morfologico-strutturali, effettuate con l'ausilio della microscopia ottica ed elettronica, un'altra tecnica sarà utilizzata per conoscere sia la natura dei materiali, sia quella dei loro prodotti di alterazione. Si tratta della diffrazione dei raggi X che permetterà di individuare le differenti fasi cristalline presenti nei diversi materiali. È necessaria una quantità minima di materiale (dai 100 sino a 0,1 mg), che non abbia perduto la benché minima quantità di acqua, poiché con questa analisi è possibile riconoscere sali a diverso grado di idratazione.

Si sottolinea quale importanza abbiano i sali idrati, con i loro fenomeni ciclici di dissoluzione/cristallizzazione e disidratazione/idratazione, nel processo di alterazione di molti materiali. Poiché, inoltre, l'alterazione dei materiali costituenti la fabbrica è sempre legata alle caratteristiche ambientali in cui questa è immersa, tutte le indagini sul materiale dovranno essere corredate da quelle sull'ambiente, con particolari riferimenti ai controlli meteorologici ed a quelli relativi all'inquinamento atmosferico.

Art. 17.3 Studio dei materiali in situ

Lo studio in situ sarà particolarmente necessario per dare le indicazioni sui criteri operativi da seguire in fase di eventuale consolidamento; lo studio dovrà rispondere ad alcuni essenziali requisiti:

- comparazione dei valori delle proprietà chimico-fisiche della muratura (magari entro parti apparentemente sane, ma in effetti alterate);

- comparazione e valutazione della evoluzione temporale delle caratteristiche chimico-fisiche dei materiali in relazione al parametro tempo;
- determinazione delle sopra citate caratteristiche sia all'esterno che all'interno delle strutture murarie in relazione soprattutto alle differenze climatiche.

Le misurazioni possibili per l'intervento in situ saranno:

- velocità di propagazione del suono;
- misurazione della coesione e della aderenza della malta e dei paramenti;
- determinazione della distribuzione del tenore di umidità;
- prove di permeabilità;
- studio della stabilità della struttura.

Misurazione con ultrasuoni - Prima di procedere a qualsiasi operazione di tipo consolidante su una struttura muraria, sarà necessario conoscerne la resistenza e lo stato di coesione malta-mattone.

A tale scopo sarà possibile eseguire una prova mediante l'utilizzo di ultrasuoni, i cui risultati serviranno alla valutazione delle caratteristiche meccaniche di detta struttura muraria. Il metodo si basa sul principio che il suono passa più rapidamente in materiali compatti e resistenti; viceversa in materiali poco compatti, porosi o fessurati la velocità del suono risulterà più bassa. L'impiego degli ultrasuoni è in grado di consentire la classificazione di vari materiali in base alla densità e al loro grado di omogeneità; inoltre permettono di individuare le fessure, di riconoscere differenze nell'apparecchiatura di murature intonacate, di effettuare controlli dei giunti di malta, di adesione degli intonaci ecc.

Il procedimento non altera assolutamente la struttura in analisi, anche se sarà sempre importante la giusta scelta delle bande di frequenza (da 20 kHz ad oltre 1000 kHz), in particolar modo in presenza di superfici affrescate o bronzi di grande valore.

Misure di coesione - La preparazione della provetta consisterà nel realizzare sul materiale in analisi, una impronta con una corona diamantata. Un disco del diametro di 5 cm sarà collocato nella zona delimitata dall'impronta. Ciascuna pastiglia cilindrica così ottenuta (aderente al restante materiale attraverso la superficie di base), sarà collegata ad un apparecchio di trazione dotato di vite con testa snodata.

La prova si protrarrà fino a che, con l'aumento lento della forza di trazione, la pastiglia precedentemente realizzata non si staccherà.

Essendo predeterminata la forza di trazione esercitata dalla vite e l'area di base della pastiglia, si potrà facilmente determinare il valore (in kg/cm²) di aderenza del provino al suo substrato.

Determinazione della distribuzione del tenore di umidità - Per la determinazione del valore di umidità superficiale si procederà banalmente con un lettore di umidità digitale o amperometrico, purché lo strumento sia affidabile e comunque tarato. Se si volesse misurare il contenuto di umidità all'interno della muratura si procederà eseguendo un foro tramite carotatrice nel quale introdurre apposite sonde di misurazione.

Prove di permeabilità - Prove di questo tipo saranno effettuate con la cosiddetta gabbia di permeabilità, strumento piatto da appoggiarsi al muro.

Dopo l'installazione la gabbia viene riempita d'acqua attraverso il foro che si trova alla sua sommità. Il livello dell'acqua viene mantenuto costante da un tubo graduato che permette di compensare il flusso d'acqua che si perde attraverso il muro. La misura d'acqua percolante attraverso il muro e la valutazione dei vari intervalli temporali, permetterà la valutazione della permeabilità all'acqua della muratura.

Studio della stabilità della struttura - Lo studio delle variazioni dimensionali delle fessure andrà effettuato con appositi apparecchi di misurazione, purché in grado di determinare variazioni di lunghezza dell'ordine del millesimo di millimetro. Si potranno a tale scopo utilizzare: biffe, micrometri ottici, estensimetri, flessimetri, clinometri, ecc. Ciò permetterà le seguenti valutazioni:

- la stabilità della struttura;
- la relazione tra i movimenti relativi di parti di strutture e fenomeni di degrado.

Partendo da questi dati si potrà stabilire quanto segue:

- se le variazioni dimensionali delle fessure mostrano alternativamente contrazioni e dilatazioni, l'origine può essere dovuta a migrazioni d'acqua per capillarità o evaporazione;
- se la larghezza delle fessure cresce nel tempo, la causa è in linea di massima di natura statica.

Si potranno condurre in situ anche altri tipi di indagini atte a determinare le caratteristiche fisico meccaniche delle murature. Tra queste abbiamo già precedentemente citato lo sclerometro al quale può aggiungersi un'altra indagine solo parzialmente distruttiva.

Questa indagine si basa sull'utilizzo di martinetti piatti, al fine di determinare le caratteristiche di deformabilità di campioni di muratura di dimensioni notevoli, lo stato di sollecitazione originariamente presente nella muratura ed inoltre di determinarne le caratteristiche di deformabilità giungendo, in alcuni casi, a definire il limite di resistenza a compressione della muratura stessa in base al superamento di un limite di deformabilità precedentemente prestabilito (vedi Prove meccaniche).

Art. 17.4 Prove preliminari all'intervento di consolidamento dei materiali

Allo scopo di verificare la possibilità di un corretto intervento di conservazione sui materiali in cotto e a pasta porosa in genere, sarà opportuno eseguire una serie di prove atte ad approfondire la natura fisico-chimica del materiale.

L'insieme minimo di prove che dovranno essere seguite sono le seguenti:

assorbimento d'acqua, porosità, carico di rottura a compressione, prima e dopo il trattamento con materiali o resine consolidanti.

Assorbimento d'acqua - La prova sarà effettuata mediante l'immersione di campioni in acqua per 24 ore, per poi valutarne l'aumento in peso, corrispondente all'aumento d'acqua.

In linea di massima i valori di assorbimento più elevati (per uno stesso materiale) si riferiranno a materiale che ha già subito un certo grado di alterazione.

Misure di porosità - Le misure di porosità saranno eseguite con porosimetro a mercurio.

Prove con resine - Su provini di materiale, si effettueranno prove di assorbimento di resina consolidante prima della scelta definitiva di questa per la valutazione sia della sua capacità consolidante che della penetrabilità per assorbimento capillare.

I provini saranno immersi parzialmente in una soluzione opportuna della resina da esaminare; questa, per capillarità, imberà il materiale.

Dopo un periodo di tempo definito si valuterà la differenza di peso dovuta all'impregnazione da parte della resina. Poiché la resina sarà utilizzata in adatto solvente, per garantire una buona penetrabilità, prima della valutazione della quantità assorbita, sarà necessario attendere che il solvente sia completamente evaporato (valutazione del residuo secco).

Prove su campioni trattati - Per valutare l'efficacia del trattamento di consolidamento e l'opportunità della scelta del tipo di resina nonché la sua corretta modalità di applicazione sarà opportuno ripetere le prove di cui sopra, su campioni preventivamente trattati.

Si potranno effettuare ulteriori prove per meglio valutare la correttezza dell'intervento. Sinteticamente vengono qui elencate:

- invecchiamenti artificiali mediante cicli di gelo e disgelo e cicli di cristallizzazione dei sali solubili;
- attacchi acidi mediante spray di soluzioni di acido solforico e/o cloridrico, in diverse condizioni termogravimetriche;
- esposizione alla radiazione ultravioletta;
- misure di assorbimento d'acqua in fase di vapore;
- misure di assorbimento d'acqua per capillarità.

MODI DI ESECUZIONE DI OGNI CATEGORIA DI LAVORI E ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DELLE OPERE

Art. 18. LAVORI PRELIMINARI

Art. 18.1 Demolizioni e rimozioni

Le demolizioni di murature e di calcestruzzi, di fondazioni o sottofondazioni, sia in rottura che parziali; la eliminazione di stati pericolosi in fase critica di crollo anche in presenza di manufatti di pregevole valore storico architettonico, andranno effettuate con la massima cura e con le necessarie precauzioni. Dovranno pertanto essere eseguite con ordine in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da evitare incomodi, danni collaterali e disturbi. Le demolizioni riguarderanno esclusivamente le parti e le cubature descritte.

Sarà vietato gettare i materiali dall'alto, che dovranno essere trasportati in basso con idonei mezzi in modo da non provocare danni e sollevamento di polveri.

Tutta la zona operativa (interna ed esterna al cantiere) dovrà essere opportunamente delimitata, i passaggi saranno opportunamente individuati e protetti.

L'Appaltatore dovrà provvedere al puntellamento ed alla messa in sicurezza provvisoria, tramite opportune opere provvisorie, di tutte quelle porzioni di fabbrica ancora integre e/o pericolanti per le quali non siano previste opere di demolizione.

Particolare attenzione si dovrà porre in modo da evitare che si creino zone di instabilità strutturale.

Tutti i materiali riutilizzabili provenienti dalle demolizioni, ove non diversamente specificato, a giudizio insindacabile della D.L. resteranno di proprietà dell'ente appaltante. Dovranno essere scalcinati, puliti, trasportati ed immagazzinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla D.L. mettendo in atto tutte quelle cautele atte ad evitare danneggiamenti sia nelle fasi di pulitura che di trasporto.

Ad ogni modo tutti i materiali di scarto provenienti dalle demolizioni dovranno sempre essere trasportati dall'Appaltatore fuori dal cantiere, nei punti indicati o alle pubbliche discariche.

Dovranno essere altresì osservate tutte le norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni.

Art. 18.2 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 le particolari prescrizioni che saranno date all'atto esecutivo dalla Direzione Lavori.

Nell'esecuzione degli scavi in genere l'Appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltretutto totalmente responsabile di eventuali danni alle persone ed alle opere, altresì obbligato a provvedere a suo carico e spese alla rimozione delle materie franate.

L'appaltatore dovrà inoltre 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 in genere, ove non siano utilizzabili, o non ritenute adatte, a giudizio insindacabile della Direzione Lavori, ad altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto fuori della sede del cantiere, ai pubblici scarichi, ovvero su aree che l'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese.

Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate per tombamenti o rinterrimenti esse dovranno essere depositate in luogo adatto, accettato dalla Direzione Lavori, per essere poi riprese a tempo opportuno.

In ogni caso le materie depositate non dovranno riuscire di danno ai lavori, alle proprietà pubbliche o private ed al libero deflusso delle acque scorrenti alla superficie.

La Direzione dei Lavori potrà far asportare, a spese dell'Appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.

Art. 18.3 Scavi di sbancamento

Per scavi di sbancamento o sterri andanti s'intendono quelli occorrenti per lo spianamento o sistemazione del terreno su cui dovranno sorgere le costruzioni, 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 in generale quelli eseguiti a sezione aperta su vasta superficie ove sia possibile l'allontanamento delle materie di scavo evitandone il sollevamento, sia pure con la formazione di rampe provvisorie ecc.

Saranno pertanto considerati scavi di sbancamento anche quelli che si trovano al di sotto del piano di campagna, o del piano stradale di progetto (se inferiore al primo) quando gli scavi rivestano caratteri sopra accennati.

Detti scavi andranno eseguiti con gli strumenti e le cautele atte ad evitare l'insorgere di danni nelle strutture murarie adiacenti.

Il ripristino delle strutture, qualora venissero lese a causa di una esecuzione maldestra degli scavi, sarà effettuato a totale carico dell'Appaltatore.

Art. 18.4 Scavi di fondazione

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 come scavi di fondazione 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 che dalla Direzione dei Lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione, tenendo nel debito conto il D.M. 11/3/1988 riguardante le norme tecniche sui terreni e i criteri di esecuzione delle opere di sostegno e di fondazione oltre le relative circolari MLP 24 settembre 1988 n. 30483.

Le profondità, che si trovino indicate nei disegni di consegna, sono perciò di semplice avviso e l'Amministrazione appaltante si riserva piena facoltà di variarle nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare allo Appaltatore motivo alcuno di fare eccezione o domande di speciali compensi, avendo egli

soltanto diritto al pagamento del lavoro eseguito, coi prezzi contrattuali stabiliti per le varie profondità da raggiungere.

È vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di por mano alle murature prima che la Direzione dei Lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni.

I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate, dovranno, a richiesta della Direzione dei Lavori, essere disposti a gradini ed anche con determinate contropendenze.

Compiuta la muratura di fondazione, lo scavo che si fosse dovuto fare più all'ingiro della medesima, dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura delle spese dell'Appaltatore, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.

Gli scavi per fondazione dovranno, quando occorra, essere solidamente puntellati e sbadacchiati con robuste armature, in modo da assicurare abbondantemente contro ogni pericolo gli operai, ed impedire ogni smottamento di materia durante l'esecuzione tanto degli scavi che delle murature.

L'Appaltatore è responsabile dei danni ai lavori, alle persone, alle proprietà pubbliche e private che potessero accadere per la mancanza o insufficienza di tali puntellazioni o sbadacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun pretesto di ottemperare alle prescrizioni che al riguardo gli venissero impartite dalla Direzione dei Lavori.

Col procedere delle murature l'Appaltatore potrà recuperare i legnami costituenti le armature, sempreché non si tratti di armature formanti parte integrante dell'opera, da restare quindi in posto in proprietà dell'Amministrazione; i legnami però, che a giudizio della Direzione dei Lavori, non potessero essere tolti senza pericolo o danno del lavoro, dovranno essere abbandonati negli scavi.

Art. 18.5 Scavi di accertamento e ricognizione

Tali operazioni si effettueranno 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 andranno sempre rimossi con la massima attenzione previa effettuazione di piccoli sondaggi per determinare la quota delle pavimentazioni sottostanti in modo da evitare danni e rotture ai materiali che le compongono. Le rimozioni dei materiali si effettueranno generalmente a mano salvo diverse prescrizioni della D.L. per l'utilizzo di idonei mezzi meccanici. Tutto il materiale di risulta potrà essere allontanato alle discariche a spese dell'Appaltatore dietro indicazione della D.L.

Art. 18.6 Scavi archeologici

Si potranno effettuare non prima di aver ben delimitato tutta l'area di cantiere ed ottenuto tutte le autorizzazioni da parte dei competenti organi di tutela dei beni oggetto di scavo e solo dietro sorveglianza ed indicazione del personale preposto. Si eseguiranno a mano, con la massima cura ed attenzione da personale specializzato ed opportunamente attrezzato. Gli scavi si differenzieranno in base al tipo di terreno alla tipologia e alla posizione delle strutture emergenti e/o sepolte, alla variabilità delle sezioni di scavo, alle caratteristiche dei manufatti e dei reperti. Si potranno effettuare 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.

Saranno a carico dell'Appaltatore 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.

Art. 18.7 Scavi subacquei e prosciugamenti

Se dagli scavi in genere e dai cavi di fondazione, malgrado l'osservanza delle prescrizioni di cui all'ART. 63.2, l'Appaltatore, in caso di sorgive o filtrazioni, non potesse fare defluire l'acqua naturalmente, è in facoltà della Direzione dei Lavori di ordinare, secondo i casi, e quando lo riterrà opportuno, l'esecuzione degli scavi subacquei, oppure il prosciugamento.

Sono considerati come scavi subacquei soltanto quelli eseguiti in acqua a profondità maggiore di cm 20 sotto il livello costante, a cui si stabiliscono le acque sorgive nei cavi, sia naturalmente, sia dopo un parziale prosciugamento ottenuto con macchine o con l'apertura di canali fuggatori. Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di cm 20 dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo. Quando la Direzione dei Lavori ordinasse il mantenimento degli scavi in asciutto, sia durante l'escavazione, sia durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, gli esaurimenti relativi verranno eseguiti in economia, e l'Appaltatore, se richiesto, avrà l'obbligo di fornire le macchine e gli operai necessari.

Per prosciugamenti praticati durante l'esecuzione delle murature, l'Appaltatore dovrà adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare il dilavamento delle malte.

Art. 18.8 Rilevati e rinterri

Per la formazione dei rilevati e per qualunque opera di rinterro, ovvero per riempire i vuoti tra le pareti dei cavi 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 sul lavoro, in quanto disponibili ed adatte, a giudizio della Direzione dei Lavori, per la formazione dei rilevati.

Quando venissero a mancare in tutto od in parte i materiali di cui sopra, si provvederanno le materie occorrenti prelevandole 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 o si gonfiano generando spinte.

Nella formazione di suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di uguale altezza, disponendo contemporaneamente le materie ben sminuzzate con la maggior regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.

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 e trasportate con carriole, barelle ed altro mezzo, purché a mano, 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 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.

E' 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 preventivamente scorticata, ove occorra, e, se inclinata, sarà tagliata a gradoni con leggera pendenza verso monte.

Art. 18.9 Paratie o casseri

Le paratie o casseri in legname occorrenti per le fondazioni debbono essere formati con pali o tavoloni o palancole infissi nel suolo, e con longarine o filagne di collegamento di uno o più ordini, a distanza conveniente, della qualità e dimensioni prescritte. I tavoloni devono essere battuti a perfetto contatto l'uno con l'altro; ogni palo o tavolone che si spezzi sotto la battitura, o che nella discesa devii dalla verticale, deve essere dall'Appaltatore, a sue spese, estratto e sostituito o rimesso regolarmente se ancora utilizzabile.

Le teste dei pali e dei tavoloni, preventivamente spianate, devono essere a cura e spese dell'Appaltatore munite di adatte cerchiature in ferro, per evitare scheggiature e gli altri guasti che possono essere causati dai colpi di maglio.

Quando poi la Direzione dei Lavori lo giudichi necessario, le punte dei pali e dei tavoloni debbono essere munite di puntazze in ferro del modello e peso prescritti.

Le teste delle palancole debbono essere portate regolarmente a livello delle longarine, recidendone la parte sporgente, quando sia riconosciuta l'impossibilità di farle maggiormente penetrare nel suolo.

Quando le condizioni del sottosuolo lo permettono, i tavoloni o le palancole, anziché infissi, possono essere posti orizzontalmente sulla fronte dei pali verso lo scavo e debbono essere assicurati ai pali stessi con robusta ed abbondante chiodatura, in modo da formare una parete stagna e resistente.

Art. 18.10 Opere provvisionali

Si renderà opportuno, prima di qualsiasi opera di intervento predisporre uno studio preventivo e razionale dell'impianto di cantiere. Comprenderà la distribuzione di tutti i servizi inerenti la costruzione e tendenti a rendere il lavoro più sicuro e spedito.

Ponteggi in legno fissi Elementi verticali - (antenne, piantane, abetelle) con diametro 12-25 cm e lunghezza m 10-12 su cui appoggeranno tramite i gattelli, gli Elementi orizzontali - (correnti, beccatelli) aventi il compito di collegare tra di loro le antenne e di ricevere il carico dagli Elementi trasversali - (traverse, travicelli) che si appoggeranno con le loro estremità rispettivamente sui correnti e sul muro di costruzione e su cui insisteranno.

Tavole da ponte - tavole in pioppo o in abete, comunemente dello spessore di cm 4-5 e larghezza maggiore o uguale a 20 cm. Andranno disposte in modo che ognuna appoggi almeno su quattro traversi e si sovrappongano alle estremità per circa 40 cm.

La distanza tra antenne sarà di m 3,20-2,60, quella delle antenne dal muro m 1,50 circa, quella dei correnti tra loro di m 1,40-3,50 e quella dei traversi infine, minore di m 1,20. I montanti verranno infissi nel terreno, previa applicazione sul fondo dello scavo di una pietra piatta e resistente o di un pezzo di legno di essenza forte e di adeguato spessore.

Sino ad 8 m d'altezza ogni antenna potrà essere costituita da un solo elemento, mentre per altezze superiori sarà obbligatorio ricorrere all'unione di più elementi collegati mediante reggetta in ferro (moietta) o mediante regoli di legno (ponteggi alla romana). Le congiunzioni verticali dei due elementi costituenti l'antenna dovranno risultare sfalsati di almeno 1 m. Onde contrastare la tendenza del ponteggio a rovesciarsi verso l'esterno per eventuali cedimenti del terreno, andrà data all'antenna un'inclinazione verso il muro di circa il 3% e il ponteggio andrà ancorato alla costruzione in verticale almeno ogni due piani e in orizzontale un'antenna sì e una no.

Il piano di lavoro del ponteggio andrà completato con una tavola (tavola ferma piede) alta almeno 20 cm, messa di costa internamente alle antenne e poggiata sul piano di calpestio; un parapetto di sufficiente resistenza, collocato pure internamente alle antenne ad un'altezza minima di 1 m dal piano di calpestio e inchiodato, o comunque solidamente fissato alle antenne.

Ponteggi a sbalzo

Dovranno essere limitati a casi eccezionali e rispondere alle seguenti norme:

1. il tavolato non dovrà presentare alcun interstizio e non dovrà sporgere dalla facciata più di m 1,20;
2. i traversi di sostegno dovranno prolungarsi all'interno ed essere collegati rigidamente tra di loro con robusti correnti, dei quali almeno uno dovrà essere applicato subito dietro la muratura;
3. le sollecitazioni date dalle sbadacchiature andranno ripartite almeno su una tavola;
4. i ponteggi a sbalzo contrappesati saranno limitati al solo caso in cui non sia possibile altro accorgimento tecnico per sostenere il ponteggio.

Ponteggi metallici a struttura scomponibile

Andranno montati da personale pratico e fornito di attrezzi appropriati. Si impiegheranno strutture munite dell'apposita autorizzazione ministeriale che dovranno comunque rispondere ai seguenti requisiti:

1. gli elementi metallici (aste, tubi, giunti, basi) dovranno portare impressi a rilievo o ad incisione il nome o marchio del fabbricante;
2. le aste di sostegno dovranno essere in profilati o in tubi senza saldatura;
3. l'estremità inferiore del montante dovrà essere sostenuta da una piastra di base a superficie piatta e di area 18 volte maggiore dell'area del poligono circoscritto alla sezione di base del montante;
4. i ponteggi dovranno essere controventati sia in senso longitudinale che trasversale, e ogni controventatura dovrà resistere sia a compressione che a trazione;
5. i montanti di ogni fila dovranno essere posti ad interassi maggiori o uguali a m 1,80;
6. le tavole che costituiscono l'impalcato andranno fissate, in modo che non scivolino sui travi metallici;
7. i ponteggi metallici di altezza superiore a 20 m o di notevole importanza andranno eretti in base ad un progetto redatto da un ingegnere o architetto abilitato.

Puntelli: interventi provvisori

Per assorbire le azioni causanti il fenomeno di dissesto dell'elemento strutturale, sostituendosi sia pure in via provvisoria, a questo. Potranno essere realizzati in legno, profilati o tubolari di acciaio o in cemento armato, unici ad un solo elemento, o multipli, a più elementi, formati, anche dalle strutture articolate.

L'impiego dei puntelli è agevole e immediato per qualsiasi intervento coadiuvante: permetterà infatti di sostenere provvisoriamente, anche per lungo periodo, qualsiasi parte della costruzione gravante su elementi strutturali pericolanti.

I puntelli sono sollecitati assialmente, in generale a compressione e, se snelli, al carico di punta. Pertanto dovranno essere proporzionati al carico agente e ben vincolati: alla base, su appoggi capaci di assorbire l'azione che i puntelli stessi trasmettono; in testa, all'elemento strutturale da sostenere in un suo punto ancora valido, ma non lontano dal dissesto e con elementi ripartitori (dormiente, tavole). Il vincolo al piede andrà realizzato su parti estranee al dissesto e spesso alla costruzione.

I vincoli dovranno realizzare il contrasto con l'applicazione di spessori, cunei, in legno di essenza forte o in metallo.

Travi come rinforzi provvisori o permanenti

Per travi in legno o in acciaio, principali o secondarie, di tetti o solai. In profilati a T, doppio T, IPE, a L, lamiere, tondini: per formare travi compatte o armate: aggiunte per sollevare totalmente quelle deteriorate. Potranno essere applicate in vista, o posizionate all'intradosso unite a quelle da rinforzare con staffe metalliche, chiodi, o bulloni.

Art. 19. PULITURA DEI MATERIALI

Art. 19.1 Generalità

La pulitura consiste in una serie di operazioni per rimuovere dalla superficie di un materiale le sostanze estranee, patogene generatrici di degrado, che si avvale di metodi fisici e/o chimici da impiegare con gradualità e intensità diversa in rapporto al tipo di sostanza che si intende eliminare.

Per questo motivo risulta certamente un'operazione tra le più complesse e delicate all'interno del progetto di conservazione, e che quindi necessita di un'attenta analisi del quadro patologico generale, di una approfondita conoscenza della specifica natura del degrado, dello stato di consistenza fisico-materica dei manufatti. Un livello di conoscenza indispensabile per verificare la natura del supporto e dell'agente patogeno, per determinare il processo chimico che innesca il degrado e, di conseguenza, la scelta dei prodotti e delle metodologie più appropriate di intervento (raccomandazioni NORMAL).

All'Appaltatore sarà, quindi, vietato effettuare qualsiasi tipo di operazione e l'utilizzo di prodotti, anche prescritti, senza la preventiva esecuzione di prove applicative o esplicita autorizzazione della D.L. In ogni caso ciascun intervento di pulitura dovrà esclusivamente preoccuparsi di eliminare tutte quelle forme patologiche in grado di generare degrado al manufatto, senza pensare quindi all'aspetto estetico e cromatico post-intervento. Qualsiasi operazione di pulitura infatti genera un'azione comunque abrasiva nei confronti dei materiali, andando sempre e in ogni modo ad intaccare (seppur minimamente) la loro pellicola naturale (pelle) che si dovrà cercare di conservare integralmente. I singoli interventi vanno realizzati puntualmente, mai in modo generalizzato, partendo sempre e comunque da operazioni più blande passando via via a quelle più forti ed aggressive.

In particolare fra i manufatti impiegati in edilizia i materiali a pasta porosa (pietre, marmi, cotti) sono quelli che risentono maggiormente dell'interazione con gli agenti endogeni ed esogeni.

La loro superficie, già profondamente caratterizzata e segnata superficialmente dalla eventuale lavorazione, diviene, una volta in opera, terreno di una serie delicatissima di modificazioni, legate alle condizioni al contorno e determinate dall'esposizione agli agenti atmosferici.

In primo luogo a contatto con l'aria si ha una variazione delle caratteristiche chimiche e fisiche della superficie, dove si forma, nell'arco di anni, una patina ossidata più o meno levigata.

La patina può esercitare un'azione protettiva sul materiale retrostante, ne determina la facies cromatica e, in definitiva, ne caratterizza l'effetto estetico. La patina naturale è il prodotto di un lento processo di microvariazioni ed è quindi una peculiarità del materiale storico; non solo, ma la sua formazione su manufatti esposti alle attuali atmosfere urbane è totalmente pregiudicata dall'azione delle sostanze inquinanti che provocano un deterioramento degli strati esterni molto più rapido della genesi della patina.

Al naturale processo irreversibile di graduale formazione di patine superficiali non deteriorogene si sono sostituiti, negli ultimi decenni, meccanismi di profonda alterazione innescati dalle sostanze acide presenti nell'atmosfera inquinata. Sostanze che hanno una grande affinità con acqua e con la maggioranza dei materiali a pasta porosa. La formazione di croste o la disgregazione superficiale sono i risultati più evidenti di questa interazione.

La pulitura dei materiali porosi deve quindi in primo luogo rimuovere dalla loro superficie le sostanze patogene, rispettando la patina naturale, quando esista ancora, ed allontanando i prodotti di reazione (croste nere, efflorescenze, macchie) che possono proseguire l'azione di deterioramento.

Inoltre, dal momento che nella maggior parte dei casi si interviene su materiale già profondamente degradato, il trattamento di pulitura deve essere attentamente calibrato: non deve provocare un ulteriore indebolimento, a livello micro o macroscopico, esercitando un'azione troppo incisiva; non deve asportare frammenti indeboliti, decoesionati o esfoliati; non deve attivare sostanze che possono risultare dannose; deve arrestarsi, per proseguire con altre tecniche, qualora l'asportazione dei depositi possa compromettere l'integrità del materiale.

Art. 19.2 Sistemi di pulitura

Un primo livello di pulitura tende a rimuovere essenzialmente i depositi incoerenti (generalmente formati da particellato atmosferico, carbonioso o terroso) che si accumulano per gravità o dopo essere state veicolate da acqua atmosferica o di risalita (efflorescenze saline) e che non realizzano alcun tipo di coesione o di reazione con il materiale sottostante. Questo tipo di deposito possiede una debole potenzialità patogena, che varia moltissimo in rapporto alla composizione delle sostanze e al materiale su cui si sedimentano. Anche i tempi di aggressione possono essere differenti, e dipendono dalla presenza o meno di sostanze attivatrici (perlopiù l'acqua, che entra in quasi tutte le reazioni patogene) o catalizzatrici.

Un secondo livello di pulitura prevede la rimozione di depositi composti esclusivamente o prevalentemente da sostanze allo gene che tendono a solidarizzarsi alla superficie del manufatto con un legame essenzialmente meccanico, senza intaccare (o intaccando in minima parte) la natura chimica del materiale. L'entità e la coesione di questi depositi dipende dalla porosità del materiale. Le sostanze da rimuovere possono essere ancora particellato atmosferico, penetrato in profondità, magari veicolato da acqua, oppure sali (carbonati) depositati per esempio da acqua di dilavamento, o presenti come macchie.

Un terzo livello di pulitura prevede invece la rimozione dello strato superficiale che si forma sul materiale allorché le sostanze esterne, volatili o solide, si combinano con il materiale di finitura, mutandone la composizione chimica e dando origine a prodotti secondari, di reazione: è il caso dell'ossido di ferro (ruggine) che si forma sulle superfici metalliche, o dei prodotti gessosi che vengono definiti croste, in ragione del loro aspetto, che si formano sui materiali lapidei. Perdurando l'apporto delle sostanze patogene dall'esterno, si ha un progresso continuo dell'attacco in profondità, con distacco e caduta delle parti esterne degradate.

Per rimuovere i materiali incoerenti sono sufficienti blandi sistemi meccanici: aspiratori, stracci, scope e spazzole in fibra vegetale - saggina - (meno incisive di quelle in materiale sintetico), aria compressa. Questi metodi possono venire integrati dall'impiego puntuale di bisturi, spatole, piccole spazzole in nailon o metalliche.

Per rimuovere i depositi fortemente coesi e solidarizzati i metodi sopra elencati possono essere integrati da cicli di pulitura più incisivi, che trovano larga applicazione soprattutto nel trattamento dei materiali di rivestimento e, in generale, di pietre, murature, malte e, in molti casi (ad esclusione dei sistemi che impiegano acqua), anche di legno e metalli.

Spray di acqua - A bassa pressione (3-4 atmosfere). Uno dei metodi meno abrasivi; i risultati migliori si ottengono nebulizzando o, meglio, atomizzando l'acqua, utilizzando appositi ugelli, in numero adeguato alla superficie da pulire: le goccioline d'acqua rimuovono i composti solubili e, data la piccola dimensione, raggiungono capillarmente la superficie da trattare. Non si potranno trattare materiali che possono essere danneggiati dall'acqua (molti tipi di rivestimenti, oltre, naturalmente, a legno e metalli) o che sono formati da sostanze solubili o comunque poco resistenti all'azione solvente dell'acqua (come molte pietre, malte e pitture). Dato che il sistema, per essere efficace, richiede tempi di esercizio piuttosto ampi (1-2 giorni), è opportuno provvedere alla raccolta dell'acqua impiegata in grande quantità, effettuando il trattamento in periodi caldi. È fondamentale impiegare acqua deionizzata, priva di impurità e di sali in soluzione, che si depositerebbero sulla superficie trattata. Le particelle d'acqua dovranno avere dimensioni medie comprese tra 5 e 10 micron.

L'irrorazione utilizzerà un pressione di circa 3 atmosfere. L'operazione dovrà essere effettuata con temperatura esterna di almeno 14 gradi centigradi ed effettuata ad intervalli regolari, in ogni caso il tempo di intervento non dovrà mai eccedere le 4 ore consecutive di apporto d'acqua per evitare l'eccessiva impregnazione da parte delle murature. La produzione di acqua deionizzata si potrà effettuare in cantiere tramite utilizzo di specifica apparecchiatura con gruppo a resine scambioniche di portata sufficiente a garantire una corretta continuità di lavoro, gruppo motopompa a rotore in PVC per la adduzione dell'acqua deionizzata di alimentazione ai nebulizzatori, la formazione di adatti circuiti idraulici con tubi in PVC per la distribuzione ad un sufficiente numero di ugelli nebulizzatori completi di rubinetti per la limitazione del flusso, tubi terminali flessibili con ugelli conici per la regolazione fine della sabbia di uscita. In ogni caso l'adatto tempo di intervento sarà da determinarsi su zone campione a tempi crescenti concordati con la D.L.

Argille assorbenti - Se vi sono problemi di esercizio legati all'acqua dispersa, si può applicare sul materiale di superficie un impacco di speciali argille (attapulgit e sepiolite, due silicati idrati di magnesio, oppure bentonite) imbibite di acqua, dopo aver bagnato anche il materiale con acqua distillata. In un primo momento l'acqua solubilizza i composti gessosi delle croste e gli eventuali sali presenti; l'argilla agisce poi da spugna, cedendo vapore acqueo all'atmosfera e assorbendo acqua dal materiale cui è applicata, con tutte le sostanze in soluzione, che vengono asportate con l'impasto, una volta che si sia essiccato. La granulometria dei due tipi di argilla dovrà essere di almeno 100-220 Mesh. Dovranno essere preparate diluendole esclusivamente con acqua distillata o deionizzata fino a raggiungere una consistenza pastosa che consenta la loro lavorazione in spessori di 2-3 cm.

Per rallentare il processo di evaporazione dell'acqua potranno essere sigillate con fogli di polietilene. Potranno inoltre essere caricate con resine scambiatrici di ioni.

Apparecchiatura laser - L'apparecchiatura selettiva laser, ad alta precisione, è in grado di rimuovere depositi carbogessosi da marmi e da materiali di colore chiaro. Sottoposti ad impulsi successivi (spot) di raggio laser, i depositi di colore scuro vengono portati istantaneamente ad altissima temperatura e vaporizzati senza apprezzabile propagazione di calore e di vibrazioni alle parti sottostanti di colore chiaro, che riflettono il raggio.

Il laser permette di rispettare integralmente la patina di materiali sui quali siano presenti croste e depositi nerastri; per contro ha alti costi di esercizio, dovuti alla specificità dell'apparecchiatura (presente in Italia in pochissimi esemplari) e ai tempi di intervento.

Microaeroabrasivo - La microsabbatura di precisione tramite microaeroabrasivo utilizza aria compressa disidratata e ugelli in grado di proiettare microsferi di vetro o di allumina del diametro di qualche decina di micron. Il vantaggio dell'impiego della microsabbatura risiede nella possibilità di esercitare l'azione abrasiva con grande puntualità e con gradualità, anche in zone particolarmente sfavorevoli (sottosquadri, cornici), regolando la pressione di esercizio (0.5-1.5 atm); per essere impiegata al meglio, e per la delicatezza dell'apparecchiatura, richiede l'intervento di operatori particolarmente qualificati e su superfici poco estese. È particolarmente indicata sui materiali lapidei.

Ultrasuoni - Utilizzati generalmente in veicolo acquoso, richiedono una notevole perizia nell'impiego in quanto possono generare microfratture all'interno del materiale. Sempre da utilizzarsi in maniera puntuale e dietro autorizzazione specifica della D.L.

Sabbatura - Assolutamente da non impiegarsi su manufatti porosi e degradati può diventare utile su superfici molto compatte, utilizzando abrasivi sintetici o naturali a pressioni piuttosto basse (500-2000 g/m²). La sabbatura è ottimale per la pulitura a metallo bianco di parti in ferro ossidate (in questo caso le pressioni sono maggiori e gli abrasivi possono anche essere metallici) e anche per la rimozione di vernici e pitturazioni da parti in legno, sempre e comunque utilizzando abrasivi ben calibrati a pressioni controllate dietro esplicita richiesta della D.L. e sua autorizzazione.

Altri sistemi di pulitura meccanici, sono assolutamente da non impiegarsi in quanto possono comportare la distruzione sistematica della superficie del materiale sottoposto a trattamento e quindi inaccettabili dal punto di vista conservativo. Non sono quindi da impiegare: l'idrosabbatura, la sabbatura ad alta pressione, l'uso di spazzole rotanti in ferro, di scalpelli o di dischi e punte abrasive, l'impiego di acqua o vapore ad alta pressione e temperatura.

Sistemi di tipo chimico - Da impiegarsi su superfici ridotte ed in maniera puntuale come specificato negli Artt. 11 e 12. Per pulire murature e paramenti da croste, da macchie o da strati sedimentati di particellato, cere, film protettivi.

Si basano sull'applicazione di reagenti che intaccano le sostanze leganti dei depositi; sono per lo più sali (carbonati) di ammonio e di sodio, da applicare con supporti di carta giapponese o compresse di cellulosa, per tempi che variano da pochi secondi a qualche decina di minuti, a seconda del materiale da trattare e dello spessore delle croste. Fra i prodotti più usati l'AB57, utilizzato per i materiali lapidei.

Altre tecniche di pulitura di tipo chimico prevedono l'aspersione delle superfici dei materiali con:

- acidi - cloridrico, fosforico, fluoridrico (possono creare sottoprodotti quali sali insolubili oltre che corrodere il carbonato di calcio);
- alcali - a pH 7-8, come il bicarbonato di ammonio e o di sodio, da non impiegarsi per calcari e marmi porosi (possono portare alla formazione di sali);
- carbonato di ammonio - diluito al 20% in acqua, utile ad eliminare sali di rame;
- solventi basici - per la eliminazione degli oli (butilammina, trietanolammina);
- solventi clorurati - per la eliminazione di cere.

Questi prodotti estendono quasi sempre la loro azione anche al materiale sano e portano alla comparsa di macchie, vanno quindi attentamente calibrati, testati e finalizzati in relazione al supporto:

- solventi alifatici o sverniciatori - per rimuovere anche notevoli spessori di vernice da legno e metallo senza intaccare il materiale sottostante (toluene, metanolo e ammoniaca per vernici e bitume);
- impacchi biologici - per la pulitura dei materiali lapidei da croste nere, che consistono nell'applicazione di prodotti a base ureica in impasti argillosi, da coprire con fogli di polietilene e da lasciare agire per diverse decine di giorni, prima di rimuovere il tutto e disinfettare la superficie trattata. L'efficacia dell'impacco biologico è legata allo sviluppo di colonie di batteri che intaccano i leganti gessosi delle croste.

Nella scelta di uno dei sistemi di pulitura presentati o di più sistemi da impiegare sinergicamente, bisogna considerare che l'azione di rimozione del materiale di deposito può comunque intaccare irreversibilmente anche la superficie da pulire. Spesso è impossibile rimuovere completamente i depositi dalla superficie dei materiali senza distruggerla: è il caso in cui le sostanze esterne siano penetrate troppo in profondità, o siano fissate così solidamente da essere raggiunte dai sistemi di pulitura. In questi casi è conveniente rinunciare ad un intervento approfondito, a meno che ciò non sia pregiudizio per la durata del materiale stesso.

Non è infrequente il caso, inoltre, in cui il materiale da pulire (generalmente pietra, intonaco, legno, pitture) sia già profondamente degradato, al punto che ogni azione meccanica, compresa l'applicazione degli impacchi, comporterebbe la caduta di parti esfoliate o rese incoerenti. È allora consigliabile procedere ad un'operazione di preconsolidamento, applicando sulla superficie da trattare, o nelle zone maggiormente compromesse, dei preparati consolidanti. Così fissato, il materiale può essere pulito, ma può darsi il caso (quando il preconsolidamento è richiesto dalla mancanza di coesione delle parti superficiali) che ulteriori operazioni di pulitura siano impossibili. Spesso il preconsolidamento è richiesto non tanto dal forte decoesione del materiale, quanto dall'impiego di tecniche di pulitura piuttosto energiche in presenza di lesioni o distacchi anche lievi; in questi casi, dopo la pulitura, il consolidante impiegato preventivamente può anche essere rimosso, a condizione che si tratti di sostanze reversibili.

Art. 19.3 Bonifica da macro e microflora

Un particolare tipo di pulitura è quello che riguarda la bonifica dell'ambiente circostante al materiale, o la sua stessa superficie, da vegetazione inferiore o superiore: muschi, licheni, alghe, apparati radicali di piante infestanti. Questi trattamenti possono essere effettuati in maniera meccanica e/o spargendo disinfestanti liquidi (da applicare a pennello o con apparecchiatura a spruzzo), in gel o in polvere, ripetendo il trattamento periodicamente. È necessario impiegare prodotti la cui capacità tossica decada rapidamente, in modo da non accumularsi nel terreno, e la cui efficacia sia il più possibile limitata alle specie invasive da eliminare.

Questi tipi di trattamenti andranno sempre effettuati con la massima cura ed in piena sicurezza per gli operatori, sempre e comunque autorizzati dalle autorità competenti alla tutela del bene, dietro specifica autorizzazione e controllo della D.L.

Mai da effettuarsi in maniera generalizzata, ma puntuale e finalizzata previa l'acquisizione di tutti i dati necessari per la conoscenza precisa del materiale sottostante (consistenza fisico-materica, composizione chimica), del tipo di infestante presente e del tipo di prodotto da utilizzarsi.

Art. 19.3.1 Eliminazione di piante superiori

Esistono numerosissime specie di piante che allignano di preferenza sui muri o alla base di questi o che comunque si adattano molto bene a vivere su questo tipo di substrato.

Queste essenze sono in grado di emettere, attraverso l'apparato radicale, una serie di sostanze dette diffusanti (costituite principalmente da acidi organici e alcaloidi) capaci di digerire specialmente le malte delle murature, gli intonaci, gli stucchi e, entro certi limiti, anche le pietre ed i laterizi.

L'azione delle radici sulle strutture murarie non comporta ovviamente danni di sola natura chimica, ma provoca anche ben più gravi danni di natura meccanica, dovuta alla spinta perforante degli apparati radicali.

Grazie infatti alle loro innate capacità, le radici riescono a penetrare tra leganti e intonaci, microfessure, rotture del materiale, dove vanno a radicare sviluppandosi e aumentando continuamente di diametro sino a diventare veri e propri cunei ad azione progressiva. Oltre a produrre una azione meccanica fortemente negativa per ogni genere di muratura, riescono a creare corsie preferenziali di penetrazione alle acque meteoriche che potranno quindi con più facilità disgregare malte ed intonaci, produrre nuove azioni meccaniche tramite i cicli del gelo e disgelo, aumentando progressivamente le aree interessate da fenomeni fessurativi.

La eliminazione della vegetazione infestante dovrà avere inizio con una estirpazione frenata, cioè una estirpazione meccanica che assolutamente non alteri i materiali componenti la muratura.

Vanno quindi ovviamente scartati i mezzi che a prima vista potrebbero apparire risolutivi (come ad es. il fuoco), ma che potrebbero alterare profondamente il substrato del muro.

Tutte le specie arboree ed erbacee dovranno essere estirpate nel periodo invernale, tagliandole a raso con mezzi adatti, a basso spreading di vibrazioni.

In ogni caso sempre si dovranno tenere presenti i seguenti fattori:

- la resistenza allo strappo opposta dalle radici;
- l'impossibilità di raggiungere con mezzi meccanici le radici ed i semi penetrati in profondità, senza recare danni ulteriori alla struttura muraria da salvaguardare;
- le modalità operative che si incontrano nel raggiungere, tutte le parti infestate.

L'operazione di controllo e di eliminazione della vegetazione spontanea dovrà garantire il pieno rispetto delle strutture e dei paramenti dell'edificio su cui si opera, sarà quindi necessario intervenire con la massima cautela, sempre utilizzando prodotti chimici a completamento dell'intervento di estirpazione meccanica che mai riuscirà a soddisfare i requisiti di cui sopra.

L'utilizzo di sostanze chimiche dovrà offrire tutte le garanzie necessarie, consentendo con una semplice irrorazione di eliminare tutte quelle essenze non gradite.

I requisiti fondamentali di un formulato ottimale per il controllo della vegetazione spontanea saranno:

- assenza di qualsiasi azione fisica o chimica, diretta o indiretta nei riguardi delle strutture murarie che debbono essere trattate;
- il prodotto nella sua formulazione commerciale dovrà essere incolore, trasparente e non lasciare, dopo l'applicazione, residui inerti stabili. Sono da escludersi pertanto tassativamente tutti quei prodotti colorati, oleosi e che possono lasciare tracce permanenti del loro impiego;
- neutralità chimica;
- atossicità nei riguardi dell'uomo, degli animali domestici e selvatici;
- assenza di fenomeni inquinanti per le acque superficiali e profonde delle zone interessate all'applicazione.

Il principio attivo dovrà essere stabile, dovrà cioè restare nettamente entro i limiti della zona di distribuzione, senza sbavature, che potrebbero estendere l'azione del formulato anche in altri settori che non sono da trattare.

Dovrà essere degradabile nel tempo ad opera delle microflora del substrato.

Per la esecuzione degli interventi sarà consentito l'uso dei seguenti prodotti:

- *Clorotriazina*: Il prodotto posto in commercio con il marchio Primatol M50, è una polvere bagnabile al 50% di principio attivo ed è stato assegnato alla terza classe tossicologica. L'inerzia chimica del principio attivo e la scarsissima solubilità, lo rendono molto stabile. Poiché agisce principalmente per assorbimento radicale, sarà particolarmente indicato per il trattamento delle infestanti sia a foglia larga (dicotiledoni) che a foglia stretta (graminacee).
- *Metositriazina*: Il prodotto posto in commercio con il marchio Primatol 3588, è formulato in polvere bagnabile al 25% di principio attivo, con il 2% di GS 13529 è stato assegnato alla terza classe tossicologica. Per le sue caratteristiche chimiche è molto stabile nel terreno, ove penetra a maggior profondità rispetto al formulato precedente.

Questo agirà per assorbimento radicale e fogliare, sarà quindi caratterizzato da una vasta gamma di azione anche su infestanti molto resistenti. Sarà particolarmente adatto per applicazioni su strutture murarie.

Dopo l'applicazione di questi formulati, sarà necessario controllarne l'efficacia dopo un periodo di almeno 60 gg.

Durante la fase operativa dovrà sempre essere tenuto presente il concetto fondamentale del rispetto assoluto delle strutture murarie e dei paramenti da difendere ed anche delle eventuali essenze da salvare, scegliendo la via della moderazione e della prudenza.

Art. 19.3.2 Eliminazione di alghe, muschi e licheni

Muschi, alghe e licheni crescono frequentemente su murature di edifici in aree fortemente umide, in ombra, non soggette a soleggiamento, o, ancora, perché alimentate da acque da risalita, meteoriche, disperse, da umidità di condensazione.

Nei limiti del possibile quindi, prima di operare qualsiasi intervento a carattere diretto, sarà necessario eliminare tutte quelle cause riscontrate al contorno generanti le patologie, per evitare che l'operazione di disinfezione perda chiaramente efficacia.

Muschi, alghe e licheni possono esercitare negative azioni chimiche e meccaniche sul substrato che li ospita provocandone la progressiva disgregazione o fenomeni di corrosione, interferendo cromaticamente sull'aspetto delle superfici interessate per impedirne una corretta lettura.

L'azione di alcuni tipi di alghe e batteri può portare a concentrare il ferro all'interno di paramenti superficiali, dove esso si ossida e carbonata, macchiando i paramenti stessi in maniera profonda. I licheni, forme simbiotiche di alghe e funghi sono in particolare molto dannosi: penetrando nelle microfessure delle murature con i loro talli, possono esercitare pressioni sulle pareti delle stesse e comunque introdurre soluzioni chimiche corrosive (acido carbonico, ossalico, ecc).

La disinfezione contro la presenza di alghe cianofee e clorofee sarà effettuata mediante appropriati sali di ammonio quaternario (cloruri di alchilidimetilbenzilammonio) si potrebbero utilizzare altri prodotti come il formolo ed il fenolo, pur essendo meno efficaci del precedente.

Sempre per l'operazione di disinfezione contro le alghe potranno essere utilizzati composti di rame quali il solfato di cupitetramina (NH₃)₄CuSO₄ e i complessi solfato di rame idrazina CuSO₄-(N₂H₅)₂SO₄, o anche i sali sodici dell'acido dimetilcarbammico e del mercaptobenzotriazolo.

I biocidi di cui al presente paragrafo sono generalmente solubili in acqua e saranno utilizzati per l'operazione di disinfezione in soluzioni all'1/3%.

I trattamenti potranno essere ripetuti qualora si ritenesse necessario, e andranno sempre conclusi con abbondanti lavaggi con acqua per eliminare ogni residuo di biocida. Nei casi più ostinati e difficili, potranno essere utilizzate soluzioni più concentrate, eventualmente sospese in fanghi o paste opportune (mediante argilla, metilcellulosa) e lasciate agire per tempi sufficientemente lunghi (1 o 2 giorni).

Per evitare l'uso di sostanze velenose per l'uomo e pericolose per i materiali costituenti le murature, contro alghe cianofee e cianobatteri, si potrà operare una sterilizzazione mediante l'applicazione di radiazioni ultraviolette di

lunghezza d'onda da definirsi, ottenute con lampade da 40W poste a circa 10/20 cm dal muro e lasciate agire ininterrottamente per una settimana.

Sarà necessario prendere precauzioni particolari nella protezione da danni agli occhi degli operatori.

Poiché i muschi crescono su substrati argillosi depositati sulle murature e formano sulla superficie di queste escrescenze ed anche tappeti uniformi piuttosto aderenti, sarà necessario far precedere alla disinfestazione vera e propria una loro rimozione meccanica a mezzo di spatole e altri strumenti (pennelli a setole rigide) onde evitare di grattare sulle superfici dei manufatti. L'operazione successiva consisterà nell'applicazione del biocida che potrà essere specifico per certe specie oppure a vasto raggio di azione.

Si potrà ancora agire contro muschi e licheni mediante la applicazione di una soluzione acquosa all'1-2% di ipoclorito di litio.

Tutti i biocidi menzionati, pur non essendo in linea di massima tossici per l'uomo, saranno comunque da utilizzarsi con molta attenzione e cautela, in quanto possono risultare irritanti, specie in soggetti sensibili, o creare allergie, o essere pericolosi per gli occhi e le mucose. Si dovranno quindi sempre impiegare, nella loro manipolazione, guanti ed eventuali occhiali, osservando le norme generali di prevenzione degli infortuni relativi all'uso di prodotti chimici velenosi.

Art. 20. CONSOLIDAMENTO DEI MATERIALI

Art. 20.1 Generalità

Un'operazione piuttosto complessa e delicata all'interno del progetto di conservazione; necessita quindi di un'attenta analisi del quadro patologico generale, di una approfondita conoscenza della specifica natura del degrado, dello stato di consistenza fisico-materica dei manufatti. Un livello di conoscenza indispensabile per verificare principalmente la natura del supporto, dell'agente patogeno, il processo chimico che innesca il degrado e, di conseguenza la scelta dei prodotti e delle metodologie più appropriate di intervento (raccomandazioni NORMAL).

All'Appaltatore sarà, quindi, vietato effettuare qualsiasi tipo di operazione e l'utilizzo di prodotti, anche prescritti, senza la preventiva esecuzione di prove applicative o esplicita autorizzazione della D.L.. In ogni caso ogni intervento di consolidamento dovrà essere di carattere puntuale, mai generalizzato. Ad operazione effettuata sarà sempre opportuno verificarne l'efficacia, tramite prove e successive analisi, anche con controlli periodici cadenzati nel tempo (operazioni comunque da inserire nei programmi di manutenzione periodica post-intervento).

Per le specifiche sui prodotti si veda l'ART. 12.

Il consolidamento di un materiale consiste in un intervento atto a migliorarne le caratteristiche meccaniche, in particolare la resistenza agli sforzi e la coesione, senza alterare patologicamente le prestazioni igrotermiche. È possibile effettuare vari tipi di consolidamento:

- *Consolidamento chimico* - L'intervento può consistere in un trattamento di somministrazione in profondità di sostanze in soluzione che siano in grado, evaporato il solvente, di fissarsi al materiale elevandone i parametri di resistenza.
- *Consolidamento corticale* - Le stesse sostanze possono essere applicate localmente o in modo generalizzato sulla superficie del materiale per ristabilire la coesione di frazioni degradate con gli strati sani sottostanti. Il trattamento chimico di consolidamento si applica evidentemente a materiali sufficientemente porosi (pietra, malte, laterizi, legname), in grado di assorbire composti leganti compatibili in soluzione. Le sostanze consolidanti possono essere leganti dello stesso tipo di quelli contenuti naturalmente nel materiale (per esempio il latte di calce o i silicati), oppure sostanze naturali o sintetiche estranee alla composizione originaria del materiale ma comunque in grado di migliorarne le caratteristiche fisiche. Per i materiali non porosi o scarsamente porosi (metalli, elementi lapidei ad alta densità, vetro, cemento armato), data l'impossibilità di realizzare una diffusa e sicura penetrazione in profondità di sostanze in soluzione, il consolidamento consiste invece nella ricomposizione di fratture, nella solidarizzazione di parti distaccate o nel ripristino delle sezioni reagenti.
- *Consolidamento strutturale* - Il consolidamento può consistere nella messa in opera di elementi rigidi (mediante il calcolo e la realizzazione di nuovi elementi da affiancare a quelli degradati) che sollevano in parte o del tutto il materiale dalla sua funzione statica, compromessa dal degrado o inadatta a mutate condizioni di esercizio.

Le nuove strutture possono essere solidarizzate con quelle esistenti e divenire collaboranti, oppure sostituirle interamente nella funzione portante. Il consolidamento strutturale si avvale di soluzioni che vengono elaborate caso per caso, e dimensionate secondo le leggi statiche e della scienza delle costruzioni.

Art. 20.2 Applicazione dei principali consolidanti

Il consolidamento chimico si avvale di diverse categorie di prodotti, classificati in base alla composizione e alle modalità di impiego.

Nella scelta del prodotto è fondamentale conoscere in modo approfondito il materiale da trattare, le patologie rilevate o da prevenire e, nel caso di adeguamento funzionale a nuovi carichi e a nuovi standard di sicurezza, le nuove prestazioni funzionali che si richiedono.

Poiché il recupero della coesione e della capacità resistente del materiale è il primo obiettivo del consolidamento, può sembrare opportuno ricorrere a prodotti che saturino quanto più possibile il volume dei pori del materiale. È invece consigliabile usare sostanze che occupano solo parzialmente i pori, in modo da mantenere un'alta permeabilità al vapore. Un altro parametro da non sottovalutare è la profondità di penetrazione e di diffusione della soluzione consolidante, che deve essere più alta possibile, in modo da evitare la formazione di uno strato solamente superficiale ad elevata resistenza o una diffusione disomogenea del prodotto.

La reversibilità è un altro requisito necessario ad un prodotto consolidante: è utile però soprattutto per migliorare la penetrazione del prodotto, somministrando ulteriore solvente e per rimuovere sbavature all'esterno. In pratica è pressoché impossibile estrarre sostanze penetrate e solidificate all'interno di un materiale poroso.

In base alla composizione chimica possiamo individuare due categorie principali di consolidanti: i consolidanti inorganici e quelli organici.

- *Consolidanti inorganici* - Hanno generalmente una grande affinità con i materiali da trattare; si possono impiegare sostanze che possiedono la stessa struttura chimica del materiale da consolidare, come l'idrossido di bario, impiegato sulle malte; in altri casi si impiegano le stesse componenti principali del materiale: così su malte e su pietre calcaree viene usato il latte di calce, mentre su murature, malte e pietre vengono usati prodotti a base silicatica.
- *Consolidanti organici* - Sono perlopiù polimeri sintetici in soluzioni viscosi, che possono dare delle difficoltà di penetrazione; capita anche che il solvente, evaporando, riporti il consolidante in superficie. Hanno una buona idrorepellenza, ma invecchiano facilmente per effetto dell'ossigeno atmosferico, dell'acqua, dei raggi ultravioletti, dell'alta temperatura e degli agenti biologici, per cui infragiliscono e cambiano colore, modificando anche sensibilmente la propria struttura chimica.

I consolidanti inorganici, rispetto a quelli organici sono piuttosto fragili e poco elastici, saldano solo fratture di lieve entità e possono avere scarsa penetrazione; per contro hanno una durata superiore.

Metodi applicativi

I metodi di applicazione dei prodotti consolidanti fluidi prevedono l'impiego di strumentazione elementare (pennelli, rulli, apparecchi a spruzzo airless) o, nei casi in cui è richiesta una penetrazione più profonda e capillare, richiedono un impianto di cantiere più complesso: nei casi più semplici bisognerà delimitare e proteggere le zone non interessate dall'intervento in modo da raccogliere e riciclare la soluzione consolidante che non viene assorbita e provvedere a cicli continui di imbibizione. In particolare si possono applicare batterie di nebulizzatori che proiettano il prodotto sulla superficie da trattare, oppure si possono realizzare impacchi di cotone, di cellulosa o di carta giapponese, che vengono tenuti costantemente imbevuti di sostanza consolidante.

Qualora le parti da trattare siano smontabili (statue, elementi decorativi, balaustre estremamente degradate) o distaccate, il trattamento in laboratorio è quello che garantisce la massima efficacia. I manufatti saranno impregnati in contenitori di resina, per immersione parziale o totale o per impregnazione sotto vuoto. Anche su materiali in situ è comunque possibile ottimizzare l'impregnazione ricoprendo le parti da trattare con fogli di polietilene, sigillandone i bordi con lattice di gomma e nastri adesivi, in modo da poter creare il vuoto fra superficie della pietra e fogli di protezione, dove può essere iniettata la resina. In alternativa si possono realizzare, con lo stesso principio e gli stessi materiali, delle tasche di dimensioni ridotte per impregnare a fondo zone articolate e particolarmente degradate.

I tempi di applicazione variano in rapporto al prodotto, al sistema scelto, alla porosità del materiale e possono variare da poche ore a diversi giorni. In generale i prodotti consolidanti potranno essere applicati:

- ad airless, tramite l'utilizzo di apposite apparecchiature in grado di vaporizzare il liquido messo in pressione da pompa oleo-pneumatica;
- tramite applicazione a pennello morbido 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;
- tramite applicazione a tasca, da utilizzarsi per impregnazioni particolari di decori, oggetti, formelle finemente lavorate e fortemente decoesionate. Si tratta di applicare intorno alla zona da consolidare una sorta di tasca, collocando nella parte inferiore una specie di gronda impermeabilizzata (ad esempio di cartone imbevuto di resina epossidica), con lo scopo di recuperare il prodotto consolidante in eccesso. La zona da consolidare

- potrà essere riscoperta da uno strato di cotone idrofilo ed eventualmente chiusa da politene; nella parte alta viceversa si collocherà un tubo con tanti piccoli fori con la funzione di distributore. Il prodotto consolidante sarà spinto da una pompa nel distributore e da qui attraverso il cotone idrofilo penetrerà nella zona da consolidare, l'eccesso di resina si raccoglierà nella grondaia verrà recuperato e rimesso in circolo. Sarà necessario assicurarsi che il cotone idrofilo sia sempre perfettamente in contatto con la superficie interessata;
- applicazione per percolazione. Si tratta di una semplificazione del metodo precedente. Un opportuno distributore verrà collocato nella parte superiore della superficie da trattare, il prodotto, distribuito lungo un segmento, per gravità tenderà a scendere impregnando la superficie da trattare per capillarità. La quantità di prodotto in uscita dal distributore dovrà essere calibrato in modo tale da garantire un graduale e continuo assorbimento evitando eccessi di formulato tali da coinvolgere aree non interessate. Il distributore potrà essere costituito da un tubo o da un canaletto forato con nella parte inferiore dello stesso un pettine o una spazzola con funzione di distributore.

Art. 21. PROTEZIONE DEI MATERIALI

Art. 21.1 Generalità

Operazione da effettuarsi nella maggior parte dei casi al termine degli interventi prettamente conservativi. La scelta delle operazioni di protezione da effettuarsi e/o degli specifici prodotti da utilizzarsi andrà sempre concordata con gli organi preposti alla tutela del bene oggetto di intervento, così pure dietro autorizzazione e indicazione della D.L. L'utilizzo di specifici prodotti sarà sempre preceduto da test di laboratorio in grado di verificarne l'effettiva efficacia in base al materiale da preservare.

L'applicazione di prodotti protettivi rientra comunque nelle operazioni da inserire nei programmi di manutenzione periodica post-intervento.

Per le specifiche sui prodotti si veda l'ART. 12.2. Gran parte delle patologie di degrado dei materiali da costruzione dipende da alterazioni provocate da agenti esterni (infiltrazioni d'acqua, depositi superficiali di sostanze nocive). Ogni intervento di conservazione, per essere tale, non deve avere come obiettivo solamente il risanamento del materiale, ma anche la sua ulteriore difesa dalle cause che hanno determinato l'insorgere dello stato patologico.

In certi casi è possibile un'azione radicale di eliminazione totale della causa patologica, quando questa è facilmente individuabile e circoscritta e dipende da fattori accidentali o comunque strettamente legati alle caratteristiche del manufatto. Al contrario, in un gran numero di situazioni le patologie sono generate da cause non direttamente affrontabili e risolvibili nell'ambito dell'intervento: presenza di sostanze inquinanti nell'atmosfera, piogge acide, fenomeni di tipo sismico o di subsidenza del terreno.

In genere queste due tipologie di cause degradanti si sovrappongono, per cui l'intervento, per quanto preciso, potrà prevenirne o eliminarne solo una parte.

Art. 21.2 Interventi indiretti e diretti

Per salvaguardare i materiali dagli effetti delle condizioni patologiche non eliminabili bisogna prevedere ulteriori livelli di intervento, che possono essere di tipo indiretto o diretto.

Interventi indiretti

1. In condizioni ambientali insostenibili, per esempio per alto tasso di inquinamento chimico dell'aria, un intervento protettivo su manufatti di piccole dimensioni consiste nella loro rimozione e sostituzione con copie.

Operazione comunque da sconsigliarsi, perché da un lato priva il manufatto stesso dell'originalità connessa alla giacitura e dall'altro espone le parti rimosse a tutti i rischi (culturali e fisici) legati all'allontanamento dal contesto e alla conseguente musealizzazione. Da effettuarsi esclusivamente in situazioni limite, per la salvaguardia fisica di molti oggetti monumentali, soprattutto se ormai privi (preesistenze archeologiche) di un effettivo valore d'uso.

2. Variazione artificiosa delle condizioni ambientali a mezzo di interventi architettonici (copertura protettiva dell'intero manufatto o di parti di esso con strutture opache o trasparenti) o impiantistici (creazione di condizioni igrotermiche particolari).

Interventi diretti

Le operazioni su descritte risultano decisamente valide, ancorché discutibili nelle forme e nei contenuti, ma applicabili solo a manufatti di piccole dimensioni o di grande portanza monumentale; viceversa, non sono praticabili (e neanche auspicabili) sul patrimonio edilizio diffuso, dove è opportuno attuare trattamenti protettivi direttamente sui materiali.

Questi possono essere trattati con sostanze chimiche analoghe a quelle impiegate per il consolidamento, applicate a formare una barriera superficiale trasparente e idrorepellente che impedisca o limiti considerevolmente il contatto con sostanze patogene esterne.

È sconsigliabile l'impiego, a protezione di intonaci e materiali lapidei, di scialbi di malta di calce, da utilizzare come strato di sacrificio; il risultato è l'occultamento della superficie del manufatto e l'esibizione del progressivo degrado che intacca la nuova superficie fino a richiederne il rinnovo. Da qui il rigetto che nasce spontaneo di fronte a forme di intervento irreversibili o che nascondono la superficie del manufatto sotto uno strato di sacrificio che rende difficile valutare l'eventuale avanzamento e propagarsi del degrado oltre lo strato protettivo.

Anche i protettivi chimici hanno una durata limitata, valutabile intorno alla decina di anni, ma, oltre che per le caratteristiche di trasparenza, sono preferibili agli scialbi in quanto realizzano un ampio filtro contro la penetrazione di acqua e delle sostanze che questa veicola.

In alcuni casi sono le stesse sostanze impiegate nel ciclo di consolidamento che esercitano anche un'azione protettiva, se sono in grado di diminuire la porosità del materiale rendendolo impermeabile all'acqua.

Le principali caratteristiche di base richieste ad un protettivo chimico sono la reversibilità e l'inalterabilità, mentre il principale requisito prestazionale è l'idrorepellenza, insieme con la permeabilità al vapore acqueo.

La durata e l'inalterabilità del prodotto dipendono innanzitutto dalla stabilità chimica e dal comportamento in rapporto alle condizioni igrotermiche e all'azione dei raggi ultravioletti. L'alterazione dei composti, oltre ad influire sulle prestazioni, può portare alla formazione di sostanze secondarie, dannose o insolubili, che inficiano la reversibilità del prodotto.

I protettivi chimici più efficaci appartengono alle stesse classi dei consolidanti organici (resine acriliche, siliconiche, acrilisiliconiche, molto usate su intonaci e pietre), con l'aggiunta dei prodotti fluorurati. Questi ultimi, in particolare i perfluoropolietteri, sono sostanze molto resistenti agli inquinanti, ma tendono ad essere rimosse dall'acqua, per cui è allo studio la possibilità di additarle con sostanze idrorepellenti.

Per la protezione di alcuni materiali lapidei e dei metalli, oltre che delle terrecotte, vengono impiegati anche saponi metallici e cere microcristalline; i legnami vengono invece trattati con vernici trasparenti resinose, ignifughe e a filtro solare.

Art. 21.3 Sistemi applicativi

La fase applicativa dei prodotti protettivi richiederà una certa cautela ed attenzione, sia nei confronti del materiale sia per l'operatore che dovrà essere munito di apposita attrezzatura di protezione secondo normativa.

In generale i prodotti dovranno essere applicati su supporti puliti, asciutti e privi di umidità a temperature non eccessive (possibilmente su paramenti non esposti ai raggi solari) onde evitare un'evaporazione repentina dei solventi utilizzati.

L'applicazione si effettuerà irrorando le superfici dall'alto verso il basso, in maniera uniforme, sino a rifiuto.

In generale i prodotti potranno essere applicati:

- ad airless, tramite l'utilizzo di apposite apparecchiature in grado di vaporizzare il liquido messo in pressione da pompa oleo-dinamica;
- tramite applicazione a pennello morbido 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.

Art. 22. LAVORI DI FONDAZIONE

Art. 22.1 Lavori preliminari

L'Appaltatore, prima di dare inizio a qualsiasi lavoro che riguarda operazioni di tipo statico e strutturale, dovrà in prima analisi verificare la consistenza delle strutture di fondazione oltre alla natura del terreno su cui gravano. Dovrà successivamente eseguire piccoli scavi verticali in aderenza alle murature perimetrali. Salvo particolari disposizioni della D.L. dovranno avere dimensioni tali (almeno 110-180 cm) da permettere lo scavo a mano e un'agevole estrazione del materiale di risulta.

Se il manufatto si presenterà gravemente compromesso, previa specifica indicazione della D.L., sarà necessario prima d'intervenire con qualsiasi tipo di intervento, procedere ad operazioni di preconsolidamento mediante iniezione di cemento o parziali ricostruzioni della tessitura muraria e di fondazione.

Gli scavi si eseguiranno sino al piano di posa delle fondazioni e dovranno essere opportunamente sbadacchiati in relazione alla natura e composizione del terreno e alla profondità raggiunta, seguendo le indicazioni fornite dalla D.L.

Effettuato lo scavo sarà possibile analizzare le caratteristiche costruttive del manufatto e delle sue fondazioni, l'utilizzo dei vari materiali e la loro natura oltre a permettere il rilievo delle dimensioni e dello stato conservativo

delle fondazioni stesse. Informazioni utili si potranno ricavare sulla natura del terreno utilizzando opportuni mezzi di indagine come specificato agli art. 22.1.1 e 22.1.2. utilizzando tecniche di trivellazione e carotaggio. La profondità di indagine sarà rapportata al carico ed alla larghezza delle fondazioni in modo da accertare se l'eventuale cedimento sia da rapportare alla resistenza a compressione dello strato superficiale, dalla consistenza degli strati sottostanti, dalla subsidenza del terreno, dalla presenza di falde freatiche o da altre cause ancora. I risultati forniti dall'esame dei campioni potranno essere integrati mediante l'esecuzione di indagini geofisiche entro le perforazioni (carotaggio sonico, misura diretta di velocità tra coppie di fori. In casi particolari sarà possibile utilizzare metodi geofisici di superficie (sismica a rifrazione, sondaggi elettrici, radar) senza l'esecuzione di scavi e perforazioni, per la eventuale ricerca di sottomurazioni, platee, plinti, ecc.

I saggi e le eventuali indagini geognostiche dovranno essere condotte nei modi stabiliti dal C.M. n. 3797 del 6 novembre 1967 (istruzione per il progetto, esecuzione e collaudo delle fondazioni), del D.M. 21 gennaio 1981 e dalla successiva C.M. n. 21597 del 3 giugno 1981 e con le modalità contenute nelle «Raccomandazioni sulla programmazione e l'esecuzione delle indagini geotecniche» redatte dall'Associazione Geotecnica Italiana (A.G.I. 1977) e s.m.i.

Gli oneri relativi alle indagini ed alle prove da effettuarsi sui terreni e sui manufatti sono a totale carico dell'Appaltatore.

Art. 22.1.1 Sondaggi meccanici e prelievo campioni

è spesso opportuno verificare la natura e le caratteristiche dei terreni che in varie occasioni possono essere responsabili dello stato di degrado della struttura di fondazione.

Per tali indagini si utilizzano di preferenza sondaggi a rotazione con carotaggio continuo. I fori eseguiti permettono il prelievo di campioni indisturbati rappresentativi dei diversi strati di terreno, in modo da fornire una accurata descrizione dei terreni. Gli stessi fori possono essere utilizzati per la esecuzione di indagine geotecniche e geofisiche, nonché per l'installazione di strumentazione geotecnica atta a controllare il comportamento deformativo dei terreni di fondazione e le eventuali variazioni dei livelli di falda.

Art. 22.1.2 Indagini geotecniche e geofisiche

Le indagini di tipo geotecnico risultano utili per la valutazione dei parametri che definiscono il comportamento dei terreni di fondazione in particolar modo dal punto di vista della resistenza al taglio, della deformabilità e dello stato tensionale.

I fori di sondaggio sono in primo luogo utili per effettuare prove in situ per caratterizzare il terreno nello stato in cui si trova in natura.

Le prove da effettuarsi saranno da scegliersi tra quelle di seguito elencate in relazione alla natura dei terreni ed al problema geotecnico da affrontare:

- prove penetrometriche statiche;
- prove penetrometriche dinamiche;
- prove scissometriche;
- prove pressiometriche;
- prove di permeabilità.

Su campioni indisturbati prelevati nel corso dei sondaggi si possono eseguire prove di laboratorio da definirsi in relazione alla natura dei terreni e al problema geotecnico da affrontare:

- prove di classificazione;
- prove di consolidazione edometrica;
- prove di permeabilità;
- prove di compattazione;

- prove triassiali;
- prove dinamiche.

Nelle perforazioni eseguite si potranno eseguire rilievi geofisici a completamento degli studi sulle caratteristiche dei terreni. Tali misure sono:

- carotaggio sonico, eseguito mediante speciale sonda, provvista alle due estremità di emettitore e ricevitore, in grado di eseguire una serie continua di misure di velocità sonica lungo l'asse del foro.
- misure di cross-hole, consistono nella misura della velocità di propagazione delle onde elastiche longitudinali e trasversali fra due coppie di fori paralleli.

Art. 22.2 Consolidamento mediante sottofondazioni

I lavori di sottofondazione non dovranno in alcun modo turbare la stabilità del sistema murario da consolidare né quella degli edifici adiacenti.

L'Appaltatore dovrà pertanto adottare tutti quegli accorgimenti e quelle precauzioni utili alla messa in sicurezza del manufatto nel rispetto della normativa vigente.

Una volta eseguite tutte le opportune puntellature delle strutture in elevazione si identificheranno le zone di intervento procedendo "per i cantieri", s'inizieranno quindi gli scavi che si effettueranno da un lato della muratura o da entrambi i lati per murature di forte spessore (>150 cm); le dimensioni degli scavi dovranno essere quelle strettamente necessarie alla esecuzione dei lavori, in modo comunque da consentire una buona esecuzione della sottomurazione. Si effettueranno fino alla quota del piano di posa della vecchia fondazione armando le pareti del cavo a mano a mano che lo si approfondisce.

Una volta raggiunta con il primo settore la quota d'imposta della fondazione si procederà alla suddivisione in sottoscavi (con larghezza variabile in base alle caratteristiche della muratura e del terreno), si interporranno quindi dei puntelli tra l'intradosso della muratura ed il fondo dello scavo. Infine, si eseguirà il getto di spianamento con magrone di calcestruzzo secondo quanto prescritto negli elaboratori di progetto.

Sottofondazioni in muratura di mattoni e malta di cemento - Una volta predisposto lo scavo con le modalità sopra specificate, l'Appaltatore farà costruire una muratura in mattoni e malta di cemento, eseguita a campioni, dello spessore indicato negli elaborati di progetto, lasciando fra nuova e vecchia muratura lo spazio equivalente ad un filare di mattoni; nel cavo fra le due murature dovrà inserire dei cunei in legno duro che, successivamente (3-4 giorni), provvederà a sostituire con cunei più grossi per compensare l'abbassamento della nuova muratura.

Ad abbassamento avvenuto (4° giorno), l'Appaltatore provvederà a fare estrarre i cunei e procederà alla collocazione dell'ultimo filare di mattoni intasando fino a rifiuto con malta di cemento.

Sottofondazioni con solette di calcestruzzo - Una volta predisposto lo scavo con le modalità già specificate, l'Appaltatore posizionerà l'armatura metallica, secondo quanto previsto negli elaborati di progetto, e provvederà, successivamente, all'esecuzione di un getto in modo da creare una porzione di cordolo e da lasciare uno spazio vuoto fra l'estradosso di quest'ultimo e l'intradosso della vecchia fondazione.

Lo spazio vuoto potrà essere riempito, dopo 2-3 giorni, con muratura di mattoni e malta di cemento avendo sempre l'accortezza di lasciare uno spazio vuoto equivalente ad un filare di mattoni.

Si dovrà, quindi, provvedere all'inserimento della parte vuota di cunei in legno duro con un rapporto tra muratura e zattera del 60% : dopo 3-4 giorni dovranno essere sostituiti con cunei più grossi onde compensare l'abbassamento della nuova muratura.

Si provvederà infine, all'estrazione dei cunei ed alla collocazione dell'ultimo filare di mattoni intasando fino a rifiuto con malta di cemento.

Sottofondazioni con cordoli o travi in cemento armato - L'Appaltatore dovrà eseguire, secondo le modalità prima descritte, gli scavi da entrambe i lati del tratto di muratura interessata fino a raggiungere il piano di posa della fondazione.

Rimossa la terra di scavo, dovrà effettuare un getto di spianamento in magrone di calcestruzzo e procedere, solo dopo aver creato nella muratura esistente un incavo di alcuni centimetri pari all'altezza del cordolo, alla predisposizione dei casseri, delle armature ed al successivo getto dei cordoli aderenti alla vecchia fondazione, avendo cura di prevedere, in corrispondenza dei collegamenti trasversali richiesti dal progetto, all'inserimento di ferri sporgenti verso l'alto.

Dovrà quindi, dopo l'indurimento del getto, creare dei varchi nella muratura, mettere in opera le armature previste dagli elaboratori di progetto ed effettuare il getto con cemento preferibilmente di tipo espansivo.

In attesa dell'indurimento dovrà puntellare in modo provvisorio la struttura.

Art. 22.3 Sottofondazione con pali

Generalità - Il sistema di sottofondazioni su pali verrà utilizzato nei casi in cui il terreno sottostante le fondazioni non sia più in grado di contrastare la spinta della costruzione. Sarà pertanto indispensabile trasferire il carico della costruzione su strati di terreno più resistenti e profondi. Al fine di evitare vibrazioni che potrebbero risultare dannose per le sovrastanti strutture dissestate, sarà vietato l'uso di pali battuti utilizzando in alternativa pali trivellati costruiti in opera con o senza tubo-forma o pali ad elementi prefabbricati infissi mediante pressione statica.

Prima della messa in opera dei pali la D.L. dovrà fissare il numero dei pali su cui si dovranno effettuare le prove di carico che saranno a totale cura e spesa dell'Appaltatore. Le prove saranno utili al fine di studiare il comportamento dell'intera fondazione in base alle caratteristiche dei terreni ed alle condizioni generali di progetto.

La prova di carico dovrà essere effettuata, salvo diverse prescrizioni, interponendo un martinetto (dotato di manometro tarato e di estensimetro) tra la fondazione e la testa del palo annegata in un blocco di calcestruzzo. Il

carico verrà trasmesso sulla testa del palo con incrementi successivi non superiori a 5t. ciascuno sospendendolo di volta in volta al fine di consentire diverse letture negli strumenti.

Pali trivellati - A causa della evidente difficoltà ad eseguire fori verticali al di sotto della fondazione, i pali potranno essere posti in opera in aderenza alla muratura posizionandoli ai due lati del muro; si dovranno posizionare a contatto con il solo lato esterno se la ridotta altezza dei locali interni non consentirà l'uso dei macchinari di perforazione.

L'Appaltatore procederà alla trivellazione solo dopo aver determinato il piano di posa dell'intradosso dei traversi che serviranno a collegare il palo ed introdurrà l'armatura metallica nella misura e quantità prevista dagli esecutivi di progetto.

Nel caso di pali posti sui due lati della muratura, eseguirà il getto sino a raggiungere il piano di posa dei traversi. Per pali posti su un solo lato si dovrà pervenire sino all'intradosso delle mensole. Infine andranno aperti i varchi nella muratura, posizionate le cassature dei travi-cordolo longitudinali, predisposte le armature previste negli elaborati di progetto, eseguito il getto.

Pali ad elementi prefabbricati - Dovranno essere posti in opera dall'Appaltatore sotto la base della muratura di fondazione per mezzo di scavi a pozzo.

I pali saranno formati da elementi ad innesto, verranno infissi mediante la pressione statica esercitata da un martinetto idraulico messo a contrasto tra la base della fondazione e la sommità dell'elemento che si andrà ad infiggere.

Gli scavi a pozzo dovranno avere una profondità tale da consentire l'inserimento sotto la fondazione esistente del martinetto e del palo; il primo elemento sarà fornito di punta metallica e l'ultimo di un pulvino per aumentare la superficie di contatto con la base di fondazione.

Prima di eseguire qualsiasi opera di palificazione l'Appaltatore dovrà verificare la consistenza e la solidità delle murature e delle fondazioni esistenti. In caso contrario dovrà effettuare tutte quelle opere di consolidamento o preconsolidamento che si concorderanno con la D.L. in modo da assicurare buon contrasto tra vecchie murature e palificazione.

Micropali - Sono pali di sezione ridotta con un diametro variabile dai 100 ai 300 mm che potranno essere infissi nel terreno sia in direzione verticale che inclinata. Il loro utilizzo riduce al minimo il disturbo nei terreni attraversati, alterando altresì minimamente la compattezza delle murature attraversate.

Si eseguiranno dapprima le perforazioni con i sistemi e le attrezzature tra le più idonee, comunque di dimensioni contenute, rapportate al tipo di terreno (trivellazioni a rotazione o rotopercolazione) con contemporaneo approfondimento del tubo forma, fino al raggiungimento della quota prevista dagli elaborati di progetto. L'Appaltatore dovrà introdurre tubi di armatura in acciaio nervato con interasse medio di cm.50 dotati dalla parte inferiore di valvole di non ritorno.

Provvederà, quindi, ad iniettare con aria compressa a bassa pressione un microconglomerato che andrà ad intasare lo spazio compreso tra le pareti del perforo e la superficie esterna del tubo facendo risalire i detriti della perforazione allo scopo di formare una guaina capace d'impedire il riflusso delle miscele.

In alcuni sistemi la formazione della guaina antiriflusso potrà avvenire iniettando la miscela attraverso le stesse sonde di perforazione.

A presa avvenuta, l'Appaltatore dovrà iniettare ad alta pressione le miscele cementizie ritenute più idonee dalla D.L., (in genere microconglomerato dosato a 500-600 Kg/mc) utilizzando in progressione tutte le valvole a partire dalla più profonda.

Su terreni incoerenti, a discrezione della D.L., l'Appaltatore dovrà ripetere le iniezioni fino al raggiungimento delle resistenze di progetto.

L'intero tubo di acciaio, infine, dovrà essere riempito con malta.

La miscela cementizia per le iniezioni dovrà essere quella prescritta dagli elaborati di progetto o stabilita dalla D.L.

Art. 22.4 Fondazioni speciali

Diaframmi continui - Sono realizzati con pannelli di calcestruzzo semplice o armato gettati in opera, collegati ad incastro, per pareti di sostegno di scarpate o fondazioni di opere varie, per difese e traverse fluviali, o con funzione portante. Lo scavo sarà eseguito da appositi macchinari con le cautele per evitare lo smottamento dello scavo, come ad esempio l'impiego di fanghi bentonitici o i cassoni metallici. Il getto sarà eseguito per singoli pannelli mediante attrezzature atte ad evitare la caduta libera del calcestruzzo. Eventuali manchevolezze che venissero a scoprirsi per l'apertura degli scavi dovranno essere eliminate a cura e spese dell'Appaltatore con i provvedimenti che riterrà opportuno la D.L.

Tiranti di ancoraggio - Sono costituiti da tiranti orizzontali o inclinati, che collegano strutture in calcestruzzo con il terreno resistente a monte, con lo scopo di assorbire le spinte del terreno incoerente interposto. Per i tiranti si impiegherà acciaio in fili, trecce, trefoli ecc., inseriti in fori di diametro di 100-135 mm, di lunghezza di circa 25 metri, eseguiti da sonde a rotazione, con eventuale rivestimento, e ancorati a speciali piastre di ripartizione sul calcestruzzo e ad un bulbo di 6/8 metri di sviluppo e posti in tensione dopo maturazione di almeno 28 giorni del bulbo stesso. In caso di cedimento al momento della tesatura, l'Appaltatore dovrà ripetere l'esecuzione di un altro bulbo, secondo le indicazioni della D.L. - D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008 e Circolare 02 febbraio 2009 n°617/C.S.LL.PP. e s.m.i..

Art. 23. MALTE E CONGLOMERATI

Art. 23.1 Generalità

Le malte da utilizzarsi per le opere di conservazione dovranno essere confezionate in maniera analoga a quelle esistenti. Per questo motivo si dovranno effettuare una serie di analisi fisico chimico , quantitative e qualitative sulle malte esistenti, in modo da calibrare in maniera ideale le composizioni dei nuovi agglomerati. Tali analisi saranno a carico dell'Appaltatore dietro espressa richiesta della D.L.

Ad ogni modo, la composizione delle malte, l'uso particolare di ognuna di esse nelle varie fasi del lavoro, l'eventuale integrazioni con additivi, inerti, resine, polveri di marmo, cocchio pesto, particolari prodotti di sintesi chimica, ecc., saranno indicati dalla D.L. dietro autorizzazione degli organi preposti alla tutela dell'edificio oggetto di intervento.

Nella preparazione delle malte si dovranno usare sabbie di granulometria e natura chimica appropriata. Saranno, in ogni caso, preferite le sabbie di tipo siliceo o calcareo, mentre andranno escluse quelle provenienti da rocce friabili o gessose; non dovranno contenere alcuna traccia di cloruri, solfati, materie argillose, terrose, limacciose e polverose. I componenti di tutti i tipi di malte dovranno essere mescolati a secco.

L'impasto delle malte dovrà effettuarsi manualmente o con appositi mezzi meccanici, dovrà risultare omogeneo e di tinta uniforme. I vari componenti, con l'esclusione di quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati sia a peso che a volume. La calce spenta in pasta dovrà essere accuratamente rimescolata in modo che la sua misurazione riesca semplice ed esatta.

Tutti gli impasti dovranno essere preparati nella quantità necessaria per l'impiego immediato e possibilmente in prossimità del lavoro. I residui di impasto non utilizzati immediatamente dovranno essere gettati a rifiuto fatta eccezione per quelli formati con calce comune che, il giorno stesso della loro miscelazione, potranno essere riutilizzati.

Tutte le prescrizioni relative alle malte faranno riferimento alle indicazioni fornite nella parte seconda ART. 3 del presente capitolato.

I tipi di malta e le loro classi sono definite in rapporto alla composizione in volume secondo la tabella seguente (D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008 e Circolare 02 febbraio 2009 n°617/C.S.LL.PP. e s.m.i. 11.10.2 Tab. 11.10.II):

Classe	Tipo	Composizione				
		Cemento	Calce aerea	Calce idraulica	Sabbia	Pozzolana
M2,5	Idraulica	-	-	1	3	-
M2,5	Pozzolonica	-	1	-	-	3
M2,5	Bastarda	1	-	2	9	-
M5	Bastarda	1	-	1	5	-
M8	Cementizia	2	-	1	8	-
M12	Cementizia	1	-	-	3	-

Alla malta cementizia si può aggiungere una piccola quantità di calce aerea con funzione plastificante.

Malte di diverse proporzioni nella composizione confezionate anche con additivi, preventivamente sperimentate, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media e compressione risulti non inferiore ai valori seguenti:

- 12 N/mm² (120 Kgf/cm²) per l'equivalenza alla malta M12
- 8 N/mm² (80 Kgf/cm²) per l'equivalenza alla malta M8
- 5 N/mm² (50 Kgf/cm²) per l'equivalenza alla malta M5
- 2,5 N/mm² (25 Kgf/cm²) per l'equivalenza alla malta M2,5

Art. 23.2 Malte e conglomerati

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

a)	<i>Malta comune</i>		
	Calce spenta in pasta	mc	0,25 - 0,40
	Sabbia	mc	0,85 - 1,00
b)	<i>Malta comune per intonaco rustico (rinzaffo)</i>		
	Calce spenta in pasta	mc	0,20 - 0,40
	Sabbia	mc	0,90 - 1,00
c)	<i>Malta comune per intonaco civile (stabilitura)</i>		
	Calce spenta in pasta	mc	0,35 - 0,45
	Sabbia vagliata	mc	0,800
d)	<i>Malta grassa di pozzolana</i>		
	Calce spenta in pasta	mc	0,22
	Pozzolana grezza	mc	1,10
e)	<i>Malta mezzana di pozzolana</i>		
	Calce spenta in pasta	mc	0,25
	Pozzolana vagliata	mc	1,10
f)	<i>Malta fina di pozzolana</i>		
	Calce spenta in pasta	mc	0,28
	Pozzolana vagliata	mc	1,05
g)	<i>Malta idraulica</i>		
	Calce idraulica	q.li	(1)
	Sabbia	mc	0,90
h)	<i>Malta bastarda</i>		
	Malta di cui alle lettere a), e), g)	mc	1,00
	Agglomerante cementizio a lenta presa	q.li	1,50
i)	<i>Malta cementizia forte</i>		
	Cemento idraulico normale	q.li	(2)
	Sabbia	mc	1,00
l)	<i>Malta cementizia debole</i>		
	Agglomerato cementizio a lenta presa	q.li	(3)
	Sabbia	mc	1,00
m)	<i>Malta cementizia per intonaci</i>		
	Agglomerante cementizio a lenta presa	q.li	6,00
	Sabbia	mc	1,00
n)	<i>Malta fina per intonaci</i>		
	Malta di cui alle lettere c), f), g) vagliata allo staccio fino		
o)	<i>Malta per stucchi</i>		
	Calce spenta in pasta	mc	0,45
	Polvere di marmo	mc	0,90
p)	<i>Calcestruzzo idraulico di pozzolana</i>		
	Calce comune	mc	0,15
	Pozzolana	mc	0,40
	Pietrisco o ghiaia	mc	0,80
q)	<i>Calcestruzzo in malta idraulica</i>		
	Calce idraulica	q.li	(4)
	Sabbia	mc	0,40
	Pietrisco o ghiaia	mc	0,80
r)	<i>Conglomerato cementizio per muri, fondazioni, sottofondazioni, ecc.</i>		
	Cemento	q.li	(5)
	Sabbia	mc	0,40
	Pietrisco o ghiaia	mc	0,80
s)	<i>Conglomerato cementizio per strutture sottili</i>		
	Cemento	q.li	(6)
	Sabbia	mc	0,40
	Pietrisco o ghiaia	mc	0,80

- (1) Da 3 a 5, secondo l'impiego che si dovrà fare della malta;
- (2) Da 3 a 6, secondo l'impiego;
- (3) Da 2,5 a 4, secondo l'impiego che dovrà farsi della malta, intendendo per malta cementizia magra quella dosata a 2,5 q.li di cemento e per malta cementizia normale quella dosata a q.li 4 di cemento;
- (4) Da 1,5 a 3 secondo l'impiego che dovrà farsi del calcestruzzo;
- (5) Da 1,5 a 2,5 secondo l'impiego;
- (6) Da 3 a 3,5.

Quando la D.L. ritenesse di variare tali proporzioni, l'Appaltatore sarà obbligato ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, salvo le conseguenti variazioni di prezzo in base alle nuove proporzioni previste. I materiali, le malte ed i conglomerati, esclusi quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati con apposite casse della capacità prescritta dalla D.L., che l'Appaltatore sarà in obbligo di provvedere e mantenere a sue spese costantemente su tutti i piazzali ove verrà effettuata la manipolazione. La calce spenta in pasta non dovrà essere misurata in fette, come viene estratta con badile dal calcinaio, bensì dopo essere stata rimescolata e ricondotta ad una pasta omogenea consistente e ben unita.

L'impasto dei materiali dovrà essere fatto a braccia d'uomo, sopra aree convenientemente pavimentate, oppure a mezzo di macchine impastatrici o mescolatrici.

I materiali componenti le malte cementizie saranno prima mescolati a secco, fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità di acqua possibile, ma sufficiente, rimescolando continuamente.

Nella composizione di calcestruzzi con malte di calce comune od idraulica, si formerà prima l'impasto della malta con le proporzioni prescritte, impiegando la minore quantità di acqua possibile, poi si distribuirà la malta sulla ghiaia o pietrisco e si mescolerà il tutto fino a che ogni elemento sia per risultare uniformemente distribuito nella massa ed avviluppato di malta per tutta la superficie.

Per i conglomerati cementizi semplici od armati gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni contenute nel R.D. 16 novembre 1939, n. 2729, nonché nel D.M. 27 luglio 1985 punto, 2.1 e allegati 1 e 2 e s.m.i.. Gli impasti sia di malta che di conglomerato, dovranno essere preparati soltanto nella quantità necessaria, per l'impiego immediato, cioè dovranno essere preparati volta per volta e per quanto possibile in vicinanza del lavoro. I residui d'impasto che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calce comune, che potranno essere utilizzati però nella sola stessa giornata del loro confezionamento.

Art. 23.3 Malte additivate

Per tali s'intendono quelle malte alle quali vengono aggiunti, in piccole quantità, degli agenti chimici che hanno la proprietà di migliorarne le caratteristiche meccaniche, migliorare la lavorabilità e ridurre l'acqua di impasto. L'impiego degli additivi negli impasti dovrà sempre essere autorizzato dalla D.L., in conseguenza delle effettive necessità, relativamente alle esigenze della messa in opera, o della stagionatura, o della durabilità. Dovranno essere conformi alle norme UNI EN 934-4:2012 e successive, e saranno dei seguenti tipi: aeranti, ritardanti, acceleranti, fluidificanti-aeranti, fluidificanti-ritardanti, fluidificanti-acceleranti, antigelo, superfluidificanti. Per speciali esigenze di impermeabilità del calcestruzzo, o per la messa in opera in ambienti particolarmente aggressivi, potrà essere ordinato dalla D. L. l'impiego di additivi reoplastici.

Acceleranti - Possono distinguersi in acceleranti di presa e in acceleranti di indurimento. Gli acceleranti di presa sono di norma soluzioni di soda e di potassa. Gli acceleranti di indurimento contengono quasi tutti dei cloruri, in particolare cloruro di calcio. Per gli additivi a base di cloruro, per il calcestruzzo non armato i cloruri non devono superare il 4/5% del peso del cemento adoperato; per il calcestruzzo armato tale percentuale non deve superare l'1%; per il calcestruzzo fatto con cemento alluminoso non si ammette aggiunta di cloruro.

Ritardanti - Anch'essi distinti in ritardanti di presa e ritardanti di indurimento. Sono di norma: gesso, gluconato di calcio, polimetafosfati di sodio, borace.

Fluidificanti - Migliorano la lavorabilità della malta e del calcestruzzo.

Tensioattivi in grado di abbassare le forze di attrazione tra le particelle della miscela, diminuendone l'attrito nella fase di miscelazione. Gli additivi fluidificanti sono a base di resina di legno o di ligninsolfonati di calcio, sottoprodotti della cellulosa. Oltre a migliorare la lavorabilità sono in grado di aumentare la resistenza meccanica.

Sono quasi tutti in commercio allo stato di soluzione; debbono essere aggiunti alla miscela legante-inerti-acqua nelle dosi indicate dalle ditte produttrici: in generale del 2,3 per mille rispetto alla quantità di cemento.

Plastificanti - Sostanze solide allo stato di polvere sottile, di pari finezza a quella del cemento. Tra i plastificanti si hanno: l'acetato di polivinile, la farina fossile, la bentonite. Sono in grado di migliorare la viscosità e la omogeneizzazione delle malte e dei calcestruzzi, aumentando la coesione tra i vari componenti. In generale i calcestruzzi confezionati con additivi plastificanti richiedono, per avere una lavorabilità simile a quelli che non li contengono, un più alto rapporto A/C in modo da favorire una diminuzione delle resistenze. Per eliminare o ridurre tale inconveniente gli additivi in commercio, sono formulati con quantità opportunamente congegnate, di agenti fluidificanti, aeranti e acceleranti.

Aeranti - In grado di aumentare la resistenza dei calcestruzzi alle alternanze di gelo e disgelo ed all'attacco chimico di agenti esterni. Sono soluzioni alcaline di sostanze tensioattive (aggiunte secondo precise quantità da 40 a 60 ml per 100 kg di cemento) in grado di influire positivamente anche sulla lavorabilità. Le occlusioni d'aria non dovranno mai superare il 4/6% del volume del cls per mantenere le resistenze meccaniche entro valori accettabili.

Agenti antiritiro e riduttori d'acqua - Sono malte capaci di ridurre il quantitativo d'acqua normalmente occorrente per la creazione di un impasto facilmente lavorabile, la cui minore disidratazione ed il conseguente ritiro, permettono di evitare screpolature, lievi fessurazioni superficiali che spesso favoriscono l'assorbimento degli agenti atmosferici ed inquinanti.

I riduttori d'acqua che generalmente sono lattici in dispersione acquosa composti da finissime particelle di copolimeri di stirolo-butadiene, risultano altamente stabili agli alcali e vengono modificati mediante l'azione di specifiche sostanze stabilizzatrici (sostanze tensionattive e regolatori di presa). Il tipo e la quantità dei riduttori saranno stabiliti dalla D.L.

La quantità di additivo da aggiungere agli impasti sarà calcolata considerando:

- il quantitativo d'acqua contenuto nel lattice stesso;
- l'umidità degli inerti (è buona norma, infatti, separare gli inerti in base alla granulometria e lavarli per eliminare sali o altre sostanze inquinanti);
- la percentuale di corpo solido (polimetro).

La quantità ottimale che varierà in relazione al particolare tipo di applicazione potrà oscillare, in genere, dai 6 ai 12 lt di lattice per ogni sacco da 50 kg di cemento.

Per il confezionamento di miscele cemento/lattice o cemento/inerti/lattice si dovrà eseguire un lavoro d'impasto opportunamente prolungato facendo ricorso, preferibilmente, a mezzi meccanici come betoniere e mescolatori elicoidali per trapano.

Per la preparazione delle malte sarà necessario miscelare un quantitativo di cemento/sabbia opportunamente calcolato e, successivamente aggiungere ad esso il lattice miscelato con la prestabilita quantità d'acqua.

In base al tipo di malta da preparare la miscela lattice/acqua avrà una proporzione variabile da 1:1 a 1:4. Una volta pronta, la malta verrà immediatamente utilizzata e sarà vietato rinvenirla con acqua o con miscele di acqua/lattice al fine di riutilizzarla.

L'Appaltatore sarà obbligato a provvedere alla miscelazione in acqua dei quantitativi occorrenti di additivo in un recipiente che sarà tenuto a disposizione della D.L. per eventuali controlli e campionature di prodotto.

La superficie su cui la malta sarà applicata dovrà presentarsi solida, priva di polveri e residui grassi.

Se richiesto dalla D.L. l'Appaltatore dovrà utilizzare come imprimitore un'identica miscela di acqua, lattice e cemento molto più fluida.

Le malte modificate con lattici riduttori di acqua poiché induriscono lentamente, dovranno essere protette da una rapida disidratazione (stagionatura umida).

Malte espansive - Malte additate con prodotti in grado di provocare aumento di volume all'impasto onde evitare fenomeni di disgregazione. L'utilizzo di questi prodotti sarà sempre utilizzato dietro indicazione della D.L. ed eventualmente autorizzato dagli organi competenti per la tutela del manufatto oggetto di intervento

L'espansione dovrà essere molto moderata e dovrà essere sempre possibile arrestarla in maniera calibrata tramite un accurato dosaggio degli ingredienti. L'espansione dovrà essere calcolata tenendo conto del ritiro al quale l'impasto indurito rimane soggetto.

Si potrà ricorrere ad agenti espansivi preconfezionati, utilizzando materiali e prodotti di qualità con caratteristiche dichiarate, accompagnati da schede tecniche contenenti specifiche del prodotto, rapporti di miscelazione, modalità di confezionamento ed applicazione, modalità di conservazione.

Potranno sempre effettuarsi tests preventivi e campionature di controllo.

Sebbene gli agenti espansivi siano compatibili con un gran numero di additivi, tuttavia sarà sempre opportuno mescolare gli additivi di una sola ditta produttrice eventualmente ricorrendo alla consulenza tecnica del produttore. Malte confezionate con riempitivi a base di fibre sintetiche o metalliche - Si potranno utilizzare solo dietro specifica prescrizione progettuale o richiesta della D.L. comunque dietro autorizzazione degli organi preposti alla tutela del bene oggetto di intervento. Si potrà richiedere l'utilizzo di riempitivi che hanno la funzione di modificare e plasmare le caratteristiche degli impasti mediante la tessitura all'interno delle malte indurite di una maglia tridimensionale.

Si potranno utilizzare fibre in metallo, poliacrilonitrile, nylon o polipropilene singolarizzato e fibrillato che durante la miscelazione degli impasti, si aprono distribuendosi uniformemente. Le fibre di metallo saranno comunque più idonee a svolgere compiti di carattere meccanico che di contrasto al ritiro plastico.

Le fibre dovranno essere costituite da materiali particolarmente resistenti con diametri da 15 a 20 micron, una resistenza a trazione di 400-600 MPa, un allungamento a rottura dal 10 al 15% e da un modulo di elasticità da 10.000 a 15.000 MPa.

Le fibre formeranno all'interno delle malte uno scheletro a distribuzione omogenea in grado di ripartire e ridurre le tensioni dovute al ritiro, tali malte in linea di massima saranno confezionate con cemento pozzolanico 325, con dosaggio di 500 Kg/m³, inerti monogranulari (diam.max.20 mm), additivi superfluidificanti. Le fibre potranno essere utilizzate con differenti dosaggi che potranno essere calibrati tramite provini (da 0,5 a 2 Kg/m³)

Le fibre impiegate dovranno in ogni caso garantire un'ottima inerzia chimica in modo da poter essere utilizzate sia in ambienti acidi che alcalini, facilità di utilizzo, atossicità.

Art. 23.4 Malte preconfezionate

Malte in grado di garantire maggiori garanzie rispetto a quelle dosate manualmente spesso senza le attrezzature idonee. Risulta infatti spesso difficoltoso riuscire a dosare in maniera corretta le ricette cemento/additivi, inerti/cementi, il dosaggio di particolari inerti, rinforzanti, additivi.

Si potrà quindi ricorrere a malte con dosaggio controllato confezionate con controllo automatico ed elettronico in modo che nella miscelazione le sabbie vengano selezionate in relazione ad una curva granulometrica ottimale e i cementi ad alta resistenza e gli additivi chimici rigorosamente dosati.

Tali malte sono in grado di garantire un'espansione controllata. Espansioni eccessive a causa di errori di miscelazione e formatura delle malte potrebbero causare seri problemi a murature o strutture degradate.

Anche utilizzando tali tipi di malte l'Appaltatore sarà sempre tenuto, nel corso delle operazioni di preparazione delle stesse, su richiesta della D.L., a prelevare campioni rappresentativi per effettuare le prescritte prove ed analisi, che potranno essere ripetute durante il corso dei lavori od in sede di collaudo.

Le malte preconfezionate potranno essere usate per stuccature profonde, incollaggi, ancoraggi, rappezzi, impermeabilizzazioni, getti in fondazione ed, in genere, per tutti quei lavori previsti dal progetto, prescritti dal contratto o richiesti dalla D.L.

In ogni fase l'Appaltatore dovrà attenersi alle istruzioni per l'uso prescritte dalle ditte produttrici che, spesso, prevedono un particolare procedimento di preparazione atto a consentire una distribuzione più omogenea dell'esiguo quantitativo d'acqua occorrente ad attivare l'impasto. Dovrà altresì utilizzare tutte le apparecchiature più idonee per garantire ottima omogeneità all'impasto (miscelatori elicoidali, impastatrici, betoniere, ecc.) oltre a contenitori specifici di adatte dimensioni.

Dovrà inoltre attenersi a tutte le specifiche di applicazione e di utilizzo fornite dalle ditte produttrici nel caso dovesse operare in ambienti o con temperature e climi particolari.

Sarà in ogni modo consentito l'uso di malte premiscelate pronte per l'uso purché ogni fornitura sia accompagnata da specifiche schede tecniche relative al tipo di prodotto, alle tecniche di preparazione e applicazione oltre che da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli eventuali additivi. Nel caso in cui il tipo di malta non rientri tra quelli prima indicati il fornitore dovrà certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

Art. 23.5 Conglomerati di resina sintetica

Saranno da utilizzarsi secondo le modalità di progetto, dietro specifiche indicazioni della D.L. e sotto il controllo degli organi preposti alla tutela del bene oggetto di intervento.

Trattandosi di materiali particolari, commercializzati da varie ditte produttrici dovranno presentare alcune caratteristiche di base garantendo elevate resistenze meccaniche e chimiche, ottime proprietà di adesione, veloce sviluppo delle proprietà meccaniche, buona lavorabilità a basse ed elevate temperature, sufficiente tempo di presa.

Si dovranno confezionare miscelando adatti inerti, con le resine sintetiche ed i relativi indurenti.

Si potrà in fase di intervento variarne la fluidità regolandola in funzione del tipo di operazione da effettuarsi relativamente al tipo di materiale.

Per la preparazione e l'applicazione dei conglomerati ci si dovrà strettamente attenere alle schede tecniche dei produttori, che dovranno altresì fornire tutte le specifiche relative allo stoccaggio, al tipo di materiale, ai mezzi da utilizzarsi per l'impasto e la miscelazione, alle temperature ottimali di utilizzo e di applicazione. Sarà sempre opportuno dotarsi di idonei macchinari esclusivamente dedicati a tali tipi di prodotti (betoniere, mescolatrici, attrezzi in genere) Per i formulati a due componenti sarà necessario calcolare con precisione il quantitativo di resine e d'indurente attenendosi, con la massima cura ed attenzione alle specifiche del produttore. resta in ogni caso assolutamente vietato regolare il tempo d'indurimento aumentando o diminuendo la quantità di indurente . Si dovrà comunque operare possibilmente con le migliori condizioni atmosferiche, applicando il conglomerato preferibilmente con temperature dai 12 ai 20°C, umidità relativa del 40-60%, evitando l'esposizione al sole. Materiali e superfici su cui saranno applicati i conglomerati di resina dovranno essere asciutti ed opportunamente preparati tramite accurata pulitura. L'applicazione delle miscele dovrà sempre essere effettuata nel pieno rispetto delle norme sulla salute e salvaguardia degli operatori.

Art. 24. MURATURE E STRUTTURE VERTICALI - LAVORI DI COSTRUZIONE

Art. 24.1 Murature in genere

La costruzione di murature, siano esse formate da elementi resistenti naturali o artificiali, dovrà essere eseguita secondo le prescrizioni di cui al D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008 e Circolare 02 febbraio 2009 n°617/C.S.LL.PP. e s.m.i. per gli edifici in muratura e il loro consolidamento.

Nelle costruzioni delle murature in genere verrà curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle voltine, sordine, piattabande, archi e verranno lasciati tutti i necessari incavi, sfondi canne e fori:

- per ricevere le chiavi e i capichiavi delle volte, gli ancoraggi delle catene e travi a doppio T, le testate delle travi in legno ed in ferro, le pietre da taglio e quanto altro non venga messo in opera durante la formazione delle murature;
- per il passaggio dei tubi pluviali, dell'acqua potabile canne di stufa e camini, vasi, orinatoi, lavandini, immondizie, ecc.;
- per condutture elettriche di campanelli, di telefoni e di illuminazione; - per le imposte delle volte e degli archi;
- per gli zoccoli, arpioni di porte e finestre, zanche soglie, inferriate, ringhiere, davanzali ecc.

Quanto detto, in modo che non vi sia mai bisogno di scalpellare le murature già eseguite.

La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti, sia fra le varie parti di esse, evitando nel corso dei lavori, la formazione di strutture eccessivamente emergenti dal resto della costruzione.

La muratura procederà a filari rettilinei, con i piani di posa normali alle superfici viste o come altrimenti venisse prescritto.

All'innesto con i muri da costruirsi in tempo successivo dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato.

I lavori in muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, devono essere sospesi nel periodo di gelo, durante i quali la temperatura si mantenga per molte ore, al di sotto di zero gradi centigradi.

Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere in muratura ordinaria possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché al distacco del lavoro vengano adottati opportuni provvedimenti per difendere le murature dal gelo notturno.

Le facce delle murature in malta dovranno essere mantenute bagnate almeno per 15 giorni dalla loro ultimazione od anche più se sarà richiesto dalla Direzione dei Lavori.

Le canne, le gole da camino e simili, saranno intonacate a grana fine; quelle di discesa delle immondezze saranno intonacate a cemento liscio. Si potrà ordinare che tutte le canne, le gole ecc., nello spessore dei muri siano lasciate aperte sopra una faccia temporaneamente, anche per tutta la loro altezza; in questi casi, il tramezzo di chiusura si eseguirà posteriormente.

Le impostature per le volte, gli archi, ecc. devono essere lasciate nelle murature sia con addentellati d'uso, sia col costruire l'origine degli archi e delle volte a sbalzo mediante le debite sagome, secondo quanto verrà prescritto.

La direzione stessa potrà ordinare che sulle aperture di vani, di porte e finestre siano collocati degli architravi in cemento armato delle dimensioni che saranno fissate in relazione alla luce dei vani, allo spessore del muro ed al sovraccarico.

Quando venga ordinato, sui muri delle costruzioni, nel punto di passaggio fra le fondazioni entroterra e la parte fuori terra, sarà disteso uno strato di asfalto formato come quello dei pavimenti, esclusa la ghiaietta, dell'altezza in ogni punto di almeno cm 2. La muratura su di esso non potrà essere ripresa che dopo il suo consolidamento.

In tutti i fabbricati a più piani dovranno eseguirsi ad ogni piano e su tutti i muri portanti cordoli di conglomerato cementizio per assicurare un perfetto collegamento e l'uniforme distribuzione dei carichi. Tale cordolo in corrispondenza delle aperture sarà opportunamente rinforzato con armature di ferro supplementari in modo da formare architravi portanti, ed in corrispondenza delle canne, fori ecc. sarà pure opportunamente rinforzato perché presenti la stessa resistenza che nelle altre parti.

In corrispondenza dei solai con putrelle, queste, con opportuni accorgimenti, saranno collegate al cordolo.

Art. 24.2 Murature e riempimenti in pietrame a secco

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.

Art. 24.3 Murature di pietrame con malta

La muratura a getto (a sacco) per fondazioni risulterà composta di scheggioni di pietra e malta grossa, questa ultima in proporzione non minore di mc 0,45 per metro cubo di muratura.

La muratura sarà eseguita facendo gettate alternative entro i cavi di fondazione di malta fluida e scheggioni di pietra, preventivamente puliti e bagnati, assestando e spianando regolarmente gli strati ogni 40 cm di altezza, riempiendo accuratamente i vuoti con materiale minuto e distribuendo la malta in modo da ottenere strati regolari di muratura in cui le pietre dovranno risultare completamente rivestite di malta.

La gettata dovrà essere abbondantemente rifornita d'acqua in modo che la malta penetri in tutti gli interstizi; tale operazione sarà aiutata con beveroni di malta molto grassa. La muratura dovrà risultare ben costipata ed aderente alle pareti dei cavi, qualunque sia la forma degli stessi.

Qualora in corrispondenza delle pareti degli scavi di fondazione s'incontrassero vani di gallerie o cunicoli, l'Appaltatore dovrà provvedere alla perfetta chiusura di detti vani con murature o chiusure in legname in ghisa da evitare il disperdimento della malta attraverso tali vie, ed in ogni caso sarà sua cura di adottare tutti i mezzi necessari perché le murature di fondazione riescano perfettamente compatte e riempite di malta.

La muratura in pietrame così detta lavorata a mano sarà eseguita con scapoli di pietrame, delle maggiori dimensioni consentite dalla grossezza della massa muraria, spianati grossolanamente nei piani di posa e allettati di malta.

Le pietre, prima di essere collocate in opera, saranno diligentemente ripulite dalle sostanze terrose ed ove occorra, a giudizio della Direzione dei Lavori, accuratamente lavate. Saranno poi bagnate, essendo proibita la bagnatura dopo di averle disposte sul letto di malta.

Tanto le pietre quanto la malta saranno disposte a mano, seguendo le migliori regole d'arte, in modo da costituire una massa perfettamente compatta nel cui interno le pietre stesse ben battute col martello risultino concatenate fra loro e rivestite da ogni parte di malta, senza alcun interstizio.

La costruzione della muratura dovrà progredire a strati orizzontali di conveniente altezza, concatenati nel senso della grossezza del muro, disponendo successivamente ed alternativamente una pietra trasversale (di punta) dopo ogni due pietre in senso longitudinale, allo scopo di ben legare la muratura anche nel senso della grossezza.

Dovrà sempre evitarsi la corrispondenza nelle connessioni fra due corsi consecutivi.

Gli spazi vuoti che verranno a formarsi per la irregolarità delle pietre saranno riempiti con piccole pietre che non si tocchino mai a secco e non lascino mai spazi vuoti, colmando con malta tutti gli interstizi.

Nelle murature senza speciale paramento si impiegheranno per le facce viste le pietre di maggiori dimensioni, con le facce esterne rese piane e regolari in modo da costruire un paramento rustico a faccia a vista e si disporranno negli angoli le pietre più grosse e più regolari. Detto paramento rustico dovrà essere più accurato e maggiormente regolare nelle murature di elevazione di tutti i muri dei fabbricati.

Qualora la muratura avesse un rivestimento esterno, il nucleo della muratura dovrà risultare, con opportuni accorgimenti, perfettamente concatenato col detto rivestimento nonostante la diversità del materiale, di struttura e di forma dell'uno e dell'altro.

Le facce viste delle murature in pietrame, che non debbono essere intonacate o comunque rivestite, saranno sempre rabboccate diligentemente con malta idraulica mezzana.

Art. 24.4 Paramenti per le murature di pietrame

Per le facce viste delle murature di pietrame, secondo gli ordini della D.L., potrà essere prescritta la esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:

- a) con pietra rasa e teste scoperte (ad opera incerta);
- b) a mosaico greggio;
- c) con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;
- d) con pietra squadrata a corsi regolari.

Nel paramento con pietra rasa e teste scoperte (ad opera incerta) il pietrame dovrà essere scelto diligentemente fra le migliori e la sua faccia vista dovrà essere ridotta con il martello a superficie approssimativamente piana; le pareti esterne dei muri dovranno risultare bene allineate e non presentare alla prova del regolo rientranze o sporgenze maggiori di mm 25. Le facce di posa e di combaciamento delle pietre dovranno essere spianate ed adattate col martello in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di cm 8.

La rientranza totale delle pietre di paramento non dovrà essere mai minore di mm 0,25 e nelle connessure esterne dovrà essere ridotto al minimo possibile l'uso delle scaglie.

Nel paramento a mosaico greggio la faccia vista dei singoli pezzi dovrà essere ridotta col martello e la grossa punta a superficie perfettamente piana ed a figura poligonale, ed i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie.

In tutto il resto si seguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa.

Nel paramento a percorsi pressoché regolari il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadriati, sia con il martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro, sia quelle di combaciamento normali sia quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate alla prova del regolo rientranze o sporgenze non maggiori di 15 millimetri.

Nel paramento a corsi regolari i conci dovranno essere perfettamente piani e squadriati, con la faccia vista rettangolare, lavorati a grana ordinaria, essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero uguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza però fra i due corsi successivi non maggiore di cm 5. La Direzione dei lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati i conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari di paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza di quelli della pietra da taglio.

Tanto nel paramento a corsi pressoché regolari, quanto in quello a corsi regolari, non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella faccia esterna; il combaciamento dei corsi dovrà avvenire per almeno un terzo della loro rientranza nelle facce di posa, e non potrà mai essere minore di cm 10 e le connessure avranno larghezza non maggiore di un centimetro.

Per tutti i tipi di paramento le pietre dovranno mettersi in opera alternativamente di punta in modo da assicurare il collegamento col nucleo interno della muratura.

Per le murature con malta, quando questa avrà fatto convenientemente presa, le connessure delle facce di paramento dovranno essere accuratamente stuccate.

In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere e da qualunque altra materia estranea, lavandole con acqua abbondante e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lisciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

Art. 24.5 Murature di mattoni

I mattoni prima del loro impiego dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per aspersione.

Essi dovranno mettersi in opera con le connessure alternate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta refluisca all'ingiro e riempia tutte le connessure.

La larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di 8 né minore di mm 5 (tali spessori potranno variare in relazione alla natura delle malte impiegate).

I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura con il ferro.

Le malte da impiegarsi per la esecuzione di questa muratura dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato.

Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente ammortate con la parte interna.

Se la muratura dovesse eseguirsi a paramento visto (cortina) si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i mattoni di migliore cottura, meglio formati e di colore più uniforme, disponendoli con perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessure orizzontali alternando con precisione i giunti verticali.

In questo genere di paramento le connessure di faccia vista non dovranno avere grossezza maggiore di 5 millimetri e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica e di cemento, diligentemente compresse e lisce con apposito ferro, senza sbavatura.

Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte, dovranno essere costruite in modo che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva dell'intradosso e le connessure dei giunti non dovranno mai eccedere la larghezza di mm 5 all'intradosso e mm 10 all'estradosso.

Art. 24.6 Pareti di una testa ed in foglio con mattoni pieni e forati

Le pareti di una testa ed in foglio verranno eseguite con mattoni scelti, esclusi i rottami, i laterizi incompleti e quelli mancanti di qualche spigolo.

Tutte le dette pareti saranno eseguite con le migliori regole dell'arte, a corsi orizzontali ed a perfetto filo, per evitare la necessità di forte impiego di malta per l'intonaco.

Nelle pareti in foglio, quando la Direzione dei Lavori lo ordinasse, saranno introdotte nella costruzione intelaiature in legno attorno ai vani delle porte, allo scopo di poter fissare i serramenti del telaio, anziché alla parete, oppure ai lati od alla sommità delle pareti stesse, per il loro consolidamento, quando esse non arrivano fino ad un'altra parete od al soffitto.

Quando una parete deve eseguirsi fin sotto al soffitto, la chiusura dell'ultimo corso sarà ben serrata, se occorre, dopo congruo tempo, con scaglie e cemento.

Art. 24.7 Murature miste

La muratura mista di pietrame e mattoni dovrà progredire a strati orizzontali intercalando n°. di filari di mattoni ogni mq di altezza di muratura di pietrame.

I filari dovranno essere estesi a tutta la grossezza del muro e disposti secondo piani orizzontali.

Nelle murature miste per i fabbricati, oltre ai filari suddetti si debbono costruire in mattoni tutti gli angoli dei muri, i pilastri, i risalti e le incassature qualsiasi, le spallette e squarci delle aperture di porte e finestre, i parapetti delle finestre, gli archi di scarico, le volte, i voltini e le piattabande, l'ossatura delle cornici, le canne da fumo, le latrine, i condotti in genere, e qualunque altra parte di muro alla esecuzione della quale non si prestasse il pietrame, in conformità alle prescrizioni che potrà dare la D.L. all'atto esecutivo. Il collegamento delle due differenti strutture deve essere fatto nel miglior modo possibile ed in senso tanto orizzontale che verticale.

Art. 24.8 Murature di getto o calcestruzzo

Il calcestruzzo da impiegarsi per qualsiasi lavoro sarà messo in opera appena confezionato e disposto a strati orizzontali di altezza da cm 0 a 30 su tutta l'estensione della parte di opera che si esegue ad un tempo, ben battuto e costipato, per modo che non resti alcun vano nello spazio che deve contenerlo e nella sua massa.

Quando il calcestruzzo sia da collocare in opera entro cavi molto stretti od a pozzo esso dovrà essere calato nello scavo mediante secchi a ribaltamento.

Solo nel caso di scavi molto larghi, la D.L. potrà consentire che il calcestruzzo venga gettato liberamente, nel qual caso prima del conguagliamento e la battitura deve, per ogni strato di cm 30 dall'altezza, essere ripreso dal fondo del cavo e rimpastato per rendere uniforme la miscela dei componenti.

Quando il calcestruzzo sia da calare sott'acqua, si dovranno impiegare tramogge, casse apribili e quegli altri mezzi d'immersione che la D.L. prescriverà, ed usare la diligenza necessaria ad impedire che, nel passare attraverso l'acqua, il calcestruzzo si dilavi con pregiudizio della sua consistenza.

Finito che sia il getto, e spianata con ogni diligenza la superficie superiore, il calcestruzzo dovrà essere lasciato assodare per tutto il tempo che la D.L. stimerà necessario.

Art. 24.9 Opere in cemento armato normale e precompresso

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato o precompresso l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le norme contenute nel D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008 e Circolare 02 febbraio 2009 n°617/C.S.LL.PP. e s.m.i.

L'Appaltatore, , sarà tenuto a presentare un progetto esecutivo di cantiere, dettagliato ai fini del collaudo, relativo a tutte le opere in cemento armato.

L'esame e la verifica da parte della Direzione dei Lavori dei progetti delle varie strutture in cemento armato non esonerano in alcun modo l'appaltatore dalle responsabilità a lui derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto, restando contrattualmente stabilito che, malgrado i controlli di ogni genere eseguiti dalla D.L. nell'esclusivo interesse dell'Amministrazione, l'Appaltatore stesso rimane unico e completo responsabile delle opere, sia per quanto riguarda la loro progettazione e calcolo, che per la qualità dei materiali e la loro esecuzione; di conseguenza egli dovrà rispondere degli inconvenienti che avessero a verificarsi, di qualunque natura, importanza e conseguenza essi potessero risultare.

Avvenuto il disarmo la superficie delle opere sarà regolarizzata con malta cementizia del tipo di cui all'ART. 23 e precedente. L'applicazione si effettuerà previa pulitura e lavatura delle superfici delle gettate e la malta dovrà essere ben conguagliata con cazzuola e frattazzo, con aggiunta di opportuno spolvero di cemento.

Qualora la resistenza caratteristica dei provini assoggettati a prove nei laboratori fosse inferiore al valore di progetto, il D.L. potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera interessata e procedere, a cura e spese dell'Appaltatore, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo carente, sulla base della resistenza ridotta, oppure ad una verifica della resistenza con prove complementari, o con prelievo di provini per carotaggio direttamente dalle strutture, oppure con altri strumenti e metodi di gradimento della D.L. Tali controlli formeranno oggetto di apposita relazione nella quale sia dimostrato che, ferme restando le ipotesi di vincolo e di carico delle strutture, la resistenza caratteristica è ancora compatibile con le sollecitazioni di progetto, secondo le destinazioni d'uso dell'opera ed in conformità delle leggi in vigore.

Se tale relazione sarà approvata dalla D.L. il calcestruzzo verrà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica risultante.

Qualora tale resistenza non risulti compatibile con le sollecitazioni di progetto, l'Appaltatore sarà tenuto, a sua cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera, oppure all'adozione di quei provvedimenti che la D.L. riterrà di approvare formalmente.

Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Appaltatore se il valore della resistenza caratteristica del calcestruzzo risulterà maggiore di quanto previsto.

Oltre ai controlli relativi alla resistenza caratteristica di cui sopra, il D.L. potrà, a suo insindacabile giudizio, e a complete spese dell'Appaltatore, disporre tutte le prove che riterrà necessarie, e in particolare le seguenti:

- a) prova del cono di cui all'App. E della UNI 6394-79;
- b) prova del dosaggio di cemento di cui alla UNI 6393-72 e alla UNI 6394-69;
- c) prova del contenuto d'aria di cui alla UNI 6395-72;
- d) prova del contenuto d'acqua;
- e) prova di omogeneità in caso di trasporto con autobetoniera;
- f) prova di resistenza a compressione su campioni cilindrici prelevati con carotaggio da strutture già stagionate;
- g) prova di resistenza a compressione con sclerometro.

Art. 24.10 Strutture in acciaio

Le strutture in acciaio dovranno rispondere alle norme del D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008 e Circolare 02 febbraio 2009 n°617/C.S.LL.PP. e s.m.i.

L'Appaltatore è tenuto a presentare, a sua cura e spese e con la firma del progettista e propria, prima della fornitura dei materiali e in tempo utile per l'esame e l'approvazione del Direttore dei Lavori: il progetto esecutivo e la relazione tecnica di cantiere, dettagliati ai fini del collaudo, completi dei calcoli di stabilità, con le verifiche anche per la fase di trasporto e messa in opera; il progetto esecutivo di cantiere delle opere di fondazione e degli apparecchi di appoggio della struttura; il progetto di cantiere delle saldature, per il quale è fatto obbligo all'Appaltatore di avvalersi, a sua cura e spese, della consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura (I.I.S.), oppure del Registro Italiano Navale (R.I.N.A.), con la redazione di apposita relazione da allegare al progetto.

Elementi strutturali in acciaio - L'Appaltatore dovrà comunicare per iscritto al D.L., prima dell'approvvigionamento, la provenienza dei materiali, in modo tale da consentire i controlli, anche nell'officina di lavorazione, secondo quanto prescritto dal D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008 e Circolare 02 febbraio 2009 n°617/C.S.LL.PP. e s.m.i., dalle norme UNI e da altre norme eventualmente interessanti i materiali di progetto.

Il D.L. si riserva il diritto di far eseguire un premontaggio in officina per quelle strutture o parti di esse che riterrà opportuno, procedendo all'accettazione provvisoria dei materiali entro 10 giorni dalla comunicazione dell'Appaltatore di ultimazione dei vari elementi.

Prima del collaudo finale l'Appaltatore dovrà presentare una relazione dell'I.I.S. (o del R.I.N.A.) che accerti i controlli effettuati in corso d'opera sulle saldature e le relative modalità e strumentazioni.

Durante le varie fasi, dal carico, al trasporto, scarico, deposito, sollevamento, e montaggio, si dovrà avere la massima cura, affinché non vengano superati i valori di sollecitazione, sia generali, sia locali, indotti dalle varie

operazioni rispetto a quelli verificati nel progetto per ciascuna singola fase, ad evitare deformazioni che possano complicare le operazioni finali di messa in opera. Particolari cautele saranno attuate ad evitare effetti deformativi dovuti al contatto delle funi e apparecchi di sollevamento. Le controfrecce da applicare alle strutture a travata andranno eseguite secondo le tolleranze di progetto.

I fori che risultino disassati andranno alesati, e qualora il diametro del foro risulti superiore anche alla tolleranza di cui al D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008 e Circolare 02 febbraio 2009 n°617/C.S.LL.PP. e s.m.i., si avrà cura di impiegare un bullone di diametro superiore.. Nei collegamenti in cui l'attrito contribuisce alla resistenza di calcolo dell'elemento strutturale si prescrive la sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione. Nelle unioni bullonate l'Appaltatore effettuerà un controllo di serraggio sul 10% del numero dei bulloni alla presenza del D.L.

Verniciature - Tutte le strutture in acciaio andranno protette contro la corrosione mediante un ciclo di verniciatura, previa spazzolatura meccanica o sabbiatura di tutte le superfici, fino ad eliminazione di tutte le parti ossidate. Un ciclo di verniciatura sarà costituito da un minimo di tre strati di prodotti vernicianti mono o bicomponenti indurenti per filmazione chimica e filmazione fisica.

Apparecchi d'appoggio - Il progetto degli apparecchi di appoggio dovrà rispondere alle Istruzioni per il calcolo e l'impiego degli apparecchi di appoggio da fornire nelle costruzioni UNI EN 1337-3, e dovrà contenere: il calcolo delle escursioni e delle rotazioni, indicando un congruo franco di sicurezza, ed esponendo separatamente il contributo dovuto ai carichi permanenti e accidentali, alle variazioni termiche, alle deformazioni viscoso e al ritiro del calcestruzzo; la verifica statica dei singoli elementi e l'indicazione dei materiali, con riferimento alle norme UNI, nonché le reazioni di vincolo che l'apparecchio dovrà sopportare.

Tutti i materiali da impiegare dovranno essere accettati, prima delle lavorazioni, dal D.L., il quale potrà svolgere controlli anche in officina.

Prima della posa in opera l'Appaltatore dovrà tracciare gli assi di riferimento e la livellazione dei piani di appoggio, rettificando le differenze con malta di cemento additivata con resina epossidica.

Art. 25. MURATURE E STRUTTURE VERTICALI - LAVORI DI CONSERVAZIONE

Art. 25.1 Generalità

Nei lavori di conservazione delle murature sarà buona norma privilegiare l'uso di tecniche edilizie e materiali che si riallaccino alla tradizione costruttiva riscontrabile nel manufatto in corso di recupero. Il ricorso a materiali compatibili con gli originali, infatti, consente una più sicura integrazione dei nuovi elementi con il manufatto oggetto di intervento evitando di creare una discontinuità nelle resistenze fisiche chimiche e meccaniche.

Sarà quindi sempre indispensabile acquisire buona conoscenza sul manufatto in modo da poter identificare, tramite analisi ai vari livelli, le sue caratteristiche chimico fisiche, la sua storia, la tecnica esecutiva utilizzata per la sua formatura e messa in opera. La finalità esecutiva di intervento sarà quella della conservazione integrale del manufatto evitando integrazioni, sostituzioni, rifacimenti, ricostruzioni in stile. Si dovrà cercare quindi di non intervenire in maniera traumatica, e generalizzata, garantendo vita al manufatto sempre con operazioni minimali, puntuali e finalizzate.

Bisognerà evitare, soprattutto in presenza di decorazioni parietali, interventi traumatici e lesivi dell'originaria continuità strutturale, cromatica e materica. Integrazioni e sostituzioni saranno ammesse solo ed esclusivamente quali mezzi indispensabili per garantire la conservazione del manufatto (cedimenti strutturali, polverizzazioni, marcescenze, ecc.) sempre e comunque dietro precisa indicazione della D.L. previa autorizzazione degli organi competenti preposti alla tutela del bene in oggetto.

Nei casi in cui si debba ricorrere a tali operazioni sarà sempre obbligo utilizzare tecniche e materiali, compatibili con l'esistente, ma perfettamente riconoscibili quali espressioni degli attuali tempi applicativi.

Art. 25.2 Sarcitura delle murature mediante sostituzione parziale del materiale

L'obiettivo di questa lavorazione dovrà essere quello di integrare parti di muratura assolutamente non più recuperabili e non più in grado di assolvere alla loro funzione statica e/o meccanica mediante una graduale sostituzione che non dovrà comunque interrompere, nel corso dei lavori, la funzionalità statica della muratura.

L'Appaltatore, quindi, provvederà, delimitata la parte di muratura da sostituire, ad individuare le zone dei successivi interventi che dovranno essere alternati in modo da potere sempre disporre di un quantitativo sufficiente di muratura resistente.

Aprirà una breccia nella prima zona d'intervento ricostruendo la porzione demolita con muratura di mattoni pieni e malta magra di cemento, avendo sempre la cura di mettere bene in risalto la nuova integrazione rispetto alla

muratura esistente, per materiale, forma, colore o tecnica applicativa secondo le scelte della D.L., ammorsando da una parte la nuova struttura con la vecchia muratura resistente e dall'altra parte lasciando le ammorsature libere di ricevere la successiva muratura di sostituzione.

Dovrà, in seguito, forzare la nuova muratura con la sovrastante vecchia muratura mediante l'inserimento di cunei di legno da controllare e da sostituire, solo a ritiro avvenuto, con mattoni e malta fluida fino a rifiuto.

Queste operazioni andranno ripetute per tutte le zone d'intervento.

Art. 25.3 Fissaggio di paramenti sconnessi e/o in distacco

In presenza di porzioni superstiti di paramenti aderenti alla muratura, sia essa costituita da laterizi, tufi, calcari, e comunque realizzata (opera reticolata, incerta, vittata, listata, quasi reticolata, mista, ecc.), l'Appaltatore dovrà far pulire accuratamente la superficie e rimuovere ogni sostanza estranea, secondo le modalità già descritte.

Procederà, quindi, all'estrazione degli elementi smossi, in fase di caduta e/o distacco, provvedendo alla loro pulizia e lavaggio ed alla preparazione dei piani di posa con una malta analoga all'originale additivata con agenti chimici solo dietro espressa richiesta della D.L. Eseguirà in seguito, la ricollocazione in opera degli elementi rimossi e la chiusura sottoquadro dei giunti mediante la stessa malta, avendo cura di sigillare le superfici d'attacco tra paramento e nucleo mediante iniezioni o colaggi di miscele fluide di malta a base di latte di calce e pozzolana vagliata e ventilata o altre mescole indicate dalla D.L.

Qualora si dovesse procedere alla ricostruzione di paramenti analoghi a quelli originari, detti paramenti verranno realizzati con materiali applicati in modo da distinguere la nuova esecuzione (sottoquadro, sopraquadro, trattamenti superficiali).

Art. 25.4 Protezione delle teste dei muri

Per garantire una buona conservazione delle strutture murarie oggetto di intervento sarà possibile realizzare particolari volumi di sacrificio sulle creste delle stesse, oltre ad eventuali opere di ripedonamento, o sugli spioventi tramite apposite ripianature.

L'eventuale volume si realizzerà a seconda del tipo, dello spessore e della natura della muratura originale. Dovrà inoltre distinguersi in modo netto dalle strutture originarie, per tipologia costruttiva o materiale pur accordandosi armoniosamente con esse, assicurandone la continuità strutturale.

L'Appaltatore provvederà quindi alla risarcitura, al consolidamento ed alla parziale ricostruzione della struttura per la rettifica e alla eventuale integrazione delle lacune secondo i modi già indicati. Potrà quindi procedere alla realizzazione di più strati di malta capaci di sigillare la tessitura muraria, facilitare e smaltire l'acqua piovana evitandone il ristagno.

Tale strato dovrà, in genere, essere eseguito armonizzando l'inerte, la pezzatura e la sagoma con l'originaria muratura sottostante utilizzando per piccole porzioni adatti inerti e malte simili alle originali per composizione fisico-chimica; oppure per porzioni consistenti, evidenziando la nuova malta con colorazioni o finiture differenti dalle originali, pur conservandone le caratteristiche. In casi particolari le malte potranno essere additivate con opportuni prodotti di sintesi chimica, ma solo dietro specifica richiesta ed autorizzazione della D.L.

Art. 25.5 Ristilatura dei giunti di malta

I lavori conservativi su murature in genere, nella gran parte dei casi, riguardano in maniera piuttosto evidente i giunti di malta di allettamento tra i singoli manufatti. Si dovranno pertanto effettuare analisi mirate, sulla composizione chimico fisica dei manufatti e delle malte di allettamento, per determinarne la natura, la provenienza e la granulometria.

La prima operazione di intervento riguarderà l'eliminazione puntuale dei giunti di malta incompatibili, giunti cioè realizzati con malte troppo crude (cementizie) incompatibili col paramento, in grado di creare col tempo stress meccanici evidenti. L'operazione dovrà avvenire con la massima cura utilizzando scalpelli di piccole dimensioni evitando accuratamente di intaccare il manufatto originale. Seguirà un intervento di pulitura utilizzando pennelli a setole morbide e bidone aspiratutto. Previa abbondante bagnatura con acqua deionizzata si effettuerà la stilatura dei giunti di malta tramite primo arriccio in malta di calce idraulica esente da sali solubili e sabbia vagliata (rapporto legante inerte 1 : 2). L'arriccio sarà da effettuarsi utilizzando piccole spatole evitando con cura di intaccare le superfici non interessate (sia con la malta che con le spatole) si potranno eventualmente proteggere le superfici al contorno utilizzando nastro in carta da carrozziere.

La ristilatura di finitura si effettuerà con grassello di calce e sabbia del Ticino eventualmente additivati con sabbie di granulometrie superiori, cocchio pesto, polveri di marmo (rapporto leganti-inerti 1 : 3). La scelta degli inerti sarà dettata dalle analisi preventive effettuate su materiali campioni, e dalla risoluzione cromatica che si vuole ottenere in sintonia con le malte esistenti (per piccole ristilature) o in difformità per distinguerle da quelle esistenti (porzioni di muratura più vaste). Tali scelte saranno esclusivamente dettate dalla D.L. comunque dietro specifica autorizzazione degli organi competenti alla tutela del bene in oggetto. La ristilatura avverrà sempre in

leggero sotto-quadro e dovrà prevedere una finitura di regolarizzazione tramite piccole spugne inumidite in acqua deionizzata.

Le malte utilizzate dietro specifica richiesta e/o autorizzazione della D.L. , potranno essere caricate con additivi di natura chimica, quali resine epossidiche (richiesta di forte adesività per stuccature profonde non esposte ai raggi U.V.) o resine acriliche o acril-siliconiche.

Art. 25.6 Interventi conservativi sul calcestruzzo armato

La terapia di risanamento del calcestruzzo degradato comprende interventi specifici di protezione dalla carbonatazione, particolari interventi di consolidamento strutturale, di pulitura delle parti ossidate dell'armatura e di ripristino dei copriferri.

La pulitura del materiale dovrà eliminare tutte le parti decoese, in modo da mettere a nudo l'armatura (fino ad ottenere il metallo bianco) ed a sgrassare la superficie che riceverà i successivi trattamenti. Sarà quindi da effettuare una bonifica delle parti ammalorate per almeno cm 1,5-2,5; procedendo in seguito alla protezione dei ferri d'armatura con antiruggine o, meglio, con betoncino alcalino antiruggine, o mano preparatoria a spruzzo, utilizzando uno strato sottile di adesivo polimerico in veicolo acquoso. Si procederà quindi alla ricostruzione del copriferro utilizzando malte reoplastiche antiritiro (composte da legante cementizio e da additivi adesivi), applicate a spatola o a cazzuola previa abbondante bagnatura. A getto avvenuto sarà mantenuta umida l'applicazione per almeno 24 ore; avvenuta la stagionatura umida sarà sempre opportuno applicare un antievaporante.

Le malte utilizzate dovranno essere esenti da inerti quali gesso e silice reattiva oltre che possedere una buona tixotropia. La superficie esterna dovrà essere infine protetta con una rasatura di malta di finitura per calcestruzzo, con una pittura o con una vernice. Il rivestimento protettivo deve comunque garantire un'adeguata idrorepellenza e la barriera all'anidride carbonica. Barriera che non può essere totale perché comporterebbe anche l'abbattimento della permeabilità al vapore acqueo. Si dovranno pertanto utilizzare additivi quali polimeri acrilici e miscele di copolimeri in etilene o xilene previa impregnazione con silani, tali trattamenti sono in grado di conferire al calcestruzzo buona protezione ed idrorepellenza. Nello specifico saranno da applicare circa 200-300 g/mq di idrorepellente silanico e, dopo 24 ore dall'impregnazione, 170-200 g/mq di pittura acrilica.

In ogni caso tutte le strutture in calcestruzzo realizzate a contatto con il terreno dovranno essere impermeabilizzate.

Art. 26. CONSOLIDAMENTO DELLE MURATURE

Art. 26.1 Generalità

I lavori di consolidamento delle murature potranno essere effettuati ricorrendo a tutte quelle tecniche, anche a carattere specialistico e ad alto livello tecnologico, purché vengano giudicate compatibili, dalla D.L. e dagli organi competenti per la tutela del bene, con la natura delle strutture esistenti, siano altresì chiaramente riconoscibili e distinguibili dai manufatti originari sui quali si sta operando con interventi prettamente conservativi.

Per quanto possibile tali lavori dovranno essere eseguiti in modo da garantire la eventuale reversibilità dell'intervento.

I lavori di consolidamento delle murature dovranno essere condotti, ove applicabili, nei modi stabiliti dal D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008 e Circolare 02 febbraio 2009 n°617/C.S.LL.PP. e s.m.i.

La conservazione dei materiali costituenti la fabbrica sarà affrontata in maniera articolata secondo due livelli di intervento: considerando il materiale in quanto tale o considerando l'edificio nel suo insieme di elementi materici con funzione statica, in relazione quindi a problemi di resistenza e stabilità strutturale.

I seguenti paragrafi daranno le indicazioni ed i criteri fondamentali circa le metodologie di intervento per gli eventuali consolidamenti statici. Sarà comunque cura della D.L. porre in essere, a completamento e miglior spiegazione di quanto alle tavole progettuali, ulteriori e/o diverse indicazioni.

Il rilievo ed il controllo delle lesioni costituiranno il fondamento essenziale per la corretta impostazione delle adeguate operazioni di salvaguardia e di risanamento statico, rilievo e controllo ai quali l'Impresa, senza compenso alcuno, dovrà garantire il massimo di collaborazione ed assistenza.

Il sopra citato rilievo e controllo, che sarà eseguito con adatti strumenti (deformometri meccanici e/o elettronici, estensimetri, autoregistratori) per accertare se il dissesto è in progressione accelerata, ritardata o in progressione uniforme, o in fase di fermo su una nuova condizione di equilibrio.

Nel caso di progressione accelerata del dissesto, potrà essere necessario un pronto intervento per opere provvisorie di cautela, in conformità alle disposizioni della D.L.. Nel caso di arresto di una nuova configurazione di equilibrio sarà necessario accertare il grado di sicurezza con cui tale equilibrio è garantito, per intervenire secondo le modalità prescritte dalla D.L., ovvero interventi tesi a bloccare l'edificio nell'assetto raggiunto o

integrare gli elementi strutturali con irrobustimenti locali o generali per proteggere, con un conveniente margine, la sicurezza di esercizio.

Se i preliminari accertamenti assicureranno che la sottostruttura è estranea alla fenomenologia rilevata, il risanamento statico sarà conseguito con i procedimenti seguenti, la cui scelta, a cura della D.L., sarà condizionata dalle varie situazioni locali:

- nel caso di dissesti per schiacciamento sarà necessaria la rigenerazione delle murature con iniezioni di resine epossidiche opportunamente caricate con l'integrazione della capacità portante mediante apposite armature metalliche;
- nei casi di dissesti per pressoflessione, sarà necessario l'impiego di adatte armature rigidamente collegate alla struttura muraria mediante resine epossidiche, oppure attraverso l'inserimento di elementi metallici tendenti a ridurre le lunghezze di libera inflessione;
- nel caso in cui sia necessario ridurre e/o controbilanciare la spinta di archi e volte, sarà fatto divieto dell'uso di alleggerimenti con sottrazione di materia della fabbrica, sarà necessario quindi introdurre adatte barre di armatura, eventualmente pretese, comunque connesse alla muratura mediante resina epossidica.

Pertanto nelle zone in cui, per ragioni di vario ordine, insorgono sforzi di trazione e taglio, che rendono necessarie iniezioni di resina e/o eventuale armatura metallica, tali iniezioni e/o armature dovranno formare un corpo unico con la muratura, assorbendone i sopra detti sforzi, per conferirle la corretta capacità reattiva che la sappia rigenerare nei confronti degli stati di sollecitazione anomali che hanno generato il quadro fessurativo.

Il procedimento sarà particolarmente utile sia nel caso di schiacciamento che nel caso di pressoflessione; nel primo la cucitura armata che sarà eseguita tra due paramenti di muro dovrà consentire una bonifica generale per il diffondersi del legante epossidico e si opporrà a spostamenti trasversali, per la resistenza a trazione garantita dai tondi metallici inseriti; nel secondo caso si dovrà ottenere un effetto identico a quello conseguente a cerchiature e/o tiranti metallici, con il vantaggio e comunque l'obbligo di non lasciare a vista l'intervento.

Art. 26.2 Consolidamento mediante iniezioni a base di miscele leganti

Prima di dare inizio ai lavori, l'Appaltatore dovrà eseguire un'attenta analisi della struttura al fine di determinare l'esatta localizzazione delle sue cavità, la natura della sua materia, la composizione chimico-fisica dei materiali che la compongono.

Gli esami potranno essere effettuati mediante tecniche molto usate come la percussione della muratura oppure ricorrendo a carotaggi con prelievo di materiale, a sondaggi endoscopici o, in relazione all'importanza delle strutture e dietro apposita prescrizione ad indagini di tipo non distruttivo (termografie, ultrasuoni, ecc.). In presenza di murature particolari, con grandi spessori e di natura incerta, sarà inoltre indispensabile effettuare prove di consolidamento utilizzando differenti tipi di miscele su eventuali campioni tipo in modo da assicurarsi che l'iniezione riesca a penetrare sino al livello interessato.

In presenza di murature in pietrame incerto sarà preferibile non togliere lo strato d'intonaco al fine di evitare l'eccessivo trasudamento della miscela legante.

La tecnica consisterà nell'iniettare nella massa muraria ad una pressione variabile in ragione del tipo di intervento, una malta cementizia e/o epossidica opportunamente formulata che riempiendo le fratture e gli eventuali vuoti, sappia consolidare la struttura muraria, sostituendosi e/o integrando la malta originaria.

I punti su cui praticare i fori (in genere 2 o 3 ogni mq.) verranno scelti dalla D.L. in base alla distribuzione delle fessure ed al tipo di struttura. Detti fori, di diametro opportuno

(indicativamente da 30 a 50 mm.) si eseguiranno con sonde a rotazione munite di un tagliatore carotiere con corona d'acciaio ad alta durezza o di widia.

Nelle murature in pietrame, le perforazioni dovranno essere eseguite in corrispondenza dei giunti di malta e ad una distanza di circa 60/80 cm in relazione alla compattezza del muro.

Nelle murature in mattoni pieni la distanza fra i fori non dovrà superare i 50 cm.

Si avrà l'accortezza di eseguire le perforazioni finalizzando l'operazione alla sovrapposizione delle aree iniettate, ciò sarà controllabile utilizzando appositi tubicini «testimone» dai quali potrà fuoriuscire l'esubero di miscela iniettata. I tubicini verranno introdotti, per almeno 10 cm ed avranno un diametro di circa 20 mm, verranno poi sigillati con la stessa malta di iniezione a consistenza più densa.

Durante questa operazione sarà necessario evitare che le sbavature vadano a rovinare in modo irreversibile l'integrità degli adiacenti strati di rivestimento.

Per favorire la diffusione della miscela, l'Appaltatore dovrà praticare dei fori profondi almeno quanto la metà dello spessore dei muri. Nel caso di spessori inferiori ai 60-70 cm. le iniezioni verranno effettuate su una sola faccia della struttura; oltre i 70 cm. si dovrà operare su entrambe le facce. nel caso in cui lo spessore dovesse essere ancora maggiore, o ci si trovasse nell'impossibilità di iniettare su entrambe le facce, si dovrà perforare la muratura da un solo lato fino a raggiungere i 2/3 della profondità del muro.

In caso di murature in mattoni pieni, si praticheranno perforazioni inclinate di almeno 45 gradi verso il basso fino a raggiungere una profondità di 30-40 cm (sempre comunque rapportata allo spessore del muro) tale operazione si rende necessaria per distribuire meglio la miscela e per interessare i diversi strati di malta.

Tutte le fessure, sconnessioni, piccole fratture fra i manufatti interessati all'intervento andranno preventivamente stuccate per non permettere la fuoriuscita della miscela legante.

Prima di effettuare l'iniezione si dovrà effettuare un prelavaggio al fine di saturare la massa muraria e di mantenere la densità della miscela. Il prelavaggio profondo sarà inoltre utile per segnalare e confermare le porzioni delle zone da trattare, che corrisponderanno con la gora di umidità, oltre all'esistenza di eventuali lesioni non visibili.

Il lavaggio andrà eseguito con acqua pura, eventualmente deionizzata e priva di materie terrose. Durante la fase del lavaggio andranno effettuate le operazioni supplementari di rinzafo, stilatura dei giunti e sigillatura delle lesioni.

L'iniezione della miscela cementante potrà essere composta da acqua e cemento nella proporzione di 1:1 (1 quintale di cemento per 100 litri di acqua), oppure con miscele di cemento, sabbie molto fini e /o additivi quali resina epossidica formulata in maniera opportuna e miscelata con adatto solvente, al fine di ottenere una corretta viscosità per consentirne la penetrazione in maniera diffusa. All'iniezione di resina potrebbe essere necessario far procedere una iniezione di solvente a bassa pressione, per saturare la superficie di pietre, mattoni, malta, per favorire la diffusione della resina epossidica e comunque la sua polimerizzazione in presenza di solvente. La miscela dovrà essere omogenea, ben amalgamata ed esente da grumi ed impurità.

L'iniezione delle miscele all'interno dei fori sarà eseguita a bassa pressione che andrà, effettuata tramite idonea pompa a mano o automatica provvista di un manometro di facile ed immediata lettura.

Se il dissesto sarà limitato ad una zona ristretta, dovranno essere risanate, con una pressione non troppo elevata, prima le parti più danneggiate ed in seguito le rimanenti zone, utilizzando una pressione maggiore.

Andrà effettuato preventivamente un preconsolidamento, eseguito colando mediante un imbuto una boiaccia molto fluida, si effettueranno successivamente le iniezioni procedendo con simmetria, dal basso verso l'alto al fine di evitare squilibri di peso ed impreviste alterazioni nella statica della struttura.

Previa verifica della consistenza materica della muratura oggetto di intervento, si inietterà la miscela mediante una pressione di circa 0,5-1,0 Kg/cm² in modo da agevolare il drenaggio ed otturare i fori con il ritorno elastico.

Sarà inoltre opportuno aumentare la pressione di immissione in relazione alla quota del piano di posa delle attrezzature. L'aumento sarà di 1/2 atmosfera ogni 3 ml di dislivello in modo da bilanciare la pressione idrostatica. La pressione dovrà essere mantenuta costante fino a quando la miscela non sarà ovviamente fuori uscita dai fori adiacenti o dai tubicini «testimoni».

Ad indurimento della miscela, gli ugelli saranno rimossi ed i fori sigillati con malta appropriata.

In edifici a più piani, le iniezioni dovranno essere praticate a partire dal livello più basso.

Sarà consentito l'impiego di tiranti d'acciaio, trasversali per evitare danni alla muratura per effetto di elevate pressioni di iniezione.

Non sarà assolutamente consentito, salva diversa prescrizione della D.L., la demolizione di intonaci e/o stucchi, sarà anzi necessario provvedere al loro preventivo consolidamento e/o ancoraggio al paramento murario, prima di procedere all'iniezione stessa.

Ad operazione terminata sarà opportuno prevedere una serie di indagini cadenzate nel tempo per verificarne la effettiva efficacia.

Art. 26.3 Consolidamento mediante iniezioni armate

Le operazioni da effettuarsi, molto simili a quelle previste per le iniezioni di malte leganti, avranno le finalità di assicurare alla muratura per mezzo dell'utilizzo di un'armatura metallica, un consistente aumento della resistenza agli sforzi di trazione: durante i lavori di consolidamento l'Appaltatore dovrà inserire nei fori delle barre metalliche opportunamente distanziate ed alettate che, in seguito alle iniezioni delle malte, vengono a solidarizzarsi con la muratura. Lo schema distributivo, l'inclinazione ed il calibro delle barre saranno scelti dalla D.L., in funzione dei dissesti riscontrati dall'esame del quadro fessurativo dell'edificio o delle variazioni, apportate nel corso dei lavori di risanamento agli equilibri dei carichi.

I lavori dovranno essere condotti in modo da realizzare, all'interno della muratura, una struttura solidamente interconnessa in grado di resistere a vari stati di sollecitazione. Le armature saranno costituite da tondini in acciaio inossidabile, normali o ad aderenza migliorata, dalle dimensioni prescritte dagli elaborati di progetto od ordinate dalla D.L.

Le barre potranno essere eventualmente pretese, per generare un'azione di contrasto nella muratura prima dell'insorgere di ulteriori deformazioni. Ciò potrà essere effettuato impiegando tondini di acciaio filettato alle estremità in modo da poter essere messi a contrasto tramite piastre metalliche di ripartizione e bulloni da serrarsi

con chiavi dinamometriche ovvero impiegando trefoli d'acciaio armonico opportunamente pretesi mediante martinetti.

Art. 26.4 Consolidamento mediante paretine di contenimento

Questo tipo di consolidamento, sarà da utilizzarsi solo ed esclusivamente su murature particolarmente degradate, non più in grado di assolvere a pieno la loro funzione statica, ma che in ogni modo devono essere conservate parzialmente od integralmente. Per tale motivo questa tecnica dovrà essere utilizzata con le dovute cautele, mai in maniera generalizzata, dietro specifiche indicazioni progettuali e della D.L. oltre al benessere degli organi preposti alla tutela del bene oggetto di intervento. Il consolidamento verrà eseguito facendo aderire da un lato o su ambedue i lati della superficie muraria, delle lastre cementizie gettate in opera su dei reticoli elettrosaldati da collegare tramite tondini d'acciaio.

L'Appaltatore dovrà, quindi, demolire, dietro autorizzazione della D.L., i vecchi intonaci, i rivestimenti parietali, le parti incoerenti ed in fase di distacco, fino a raggiungere la parte sana della struttura.

Le lesioni andranno ripulite, allargate e spolverate con l'aiuto di aria compressa e bidone aspiratutto.

Si dovranno eseguire perforazioni passanti in senso obliquo (almeno 6 per metro), al cui interno si collocheranno i tondini in acciaio lasciandoli sporgere dalla struttura per almeno 10 cm. da ogni lato. I tondini saranno del tipo e del diametro indicato dagli elaborati di progetto e/o ordinato dalla D.L. con diametro minimo di 4-6 mm. Una volta stuccate le eventuali lesioni, fessure o parti di struttura situate sotto i fori con la malta prescritta, si potranno posizionare reti elettrosaldate su entrambe i lati del muro. Le reti avranno diametro e maglia come specificato negli elaborati di progetto e/o comandati dalla D.L. Andranno quindi risvoltate per almeno 50 cm in corrispondenza degli spigoli laterali in modo da collegare ortogonalmente le nuove paretine armate con le altre strutture portanti. Le reti inoltre, andranno saldamente collegate alle barre.

Sulla struttura preventivamente bagnata sarà applicato uno strato di malta del tipo prescritto dal progetto e/o dalla D.L. In ogni caso salve diverse indicazioni di progetto l'Appaltatore dovrà tenere presente che:

- per realizzare spessori inferiori ai 3 cm. dovrà metterla in opera a spruzzo;
- per realizzare spessori intorno ai 3-5 cm dovrà applicare la malta manualmente;
- per realizzare spessori intorno ai 5-10 cm dovrà ricorrere al getto in casseformi.

Gli spessori ed il tipo di posa e realizzazione dovranno essere rapportati e calibrati in base al degrado della struttura ed al tipo di sollecitazioni cui è e sarà sottoposta.

Per interventi su lesioni isolate, anche di spessori consistenti, in corrispondenza di incroci di muri, di aperture, la rete elettrosaldata potrà essere usata in strisce di 50-80 cm, posizionata su entrambe i lati della muratura tramite chiodatura e collegata con tondini passanti attraverso le lesioni precedentemente scarnite e pulite da parti incoerenti. La malta da utilizzare per sarcire le eventuali lesioni, salvo diverse prescrizioni, della D.L., dovrà preferibilmente essere di tipo espansivo.

Art. 26.5 Consolidamento mediante tiranti metallici

I tiranti metallici dovranno essere applicati di preferenza all'interno della muratura e fissati alle estremità con piastre atte alla distribuzione dei carichi. Le tirantature metalliche potranno anche essere lasciate completamente a vista nel caso in cui il progetto lo preveda e/o dietro indicazioni specifiche della D.L.

Una volta segnati i livelli e gli assi dei tiranti, l'Appaltatore dovrà preparare la sede di posa dei tiranti mediante l'utilizzo di trapani esclusivamente rotativi del diametro prescritto onde di evitare sconnessioni e ogni possibile disturbo all'equilibrio della struttura dissestata.

Quando si dovesse predisporre la sede di posa dei tiranti in aderenza ai paramenti esterni, l'Appaltatore dovrà praticare nella muratura delle apposite scanalature. Le loro sezioni e la loro posizione saranno prescritte dagli elaborati di progetto e dovranno essere in grado di contenere i piani di posa dei tiranti e delle piastre di ripartizione, le cui aree di appoggio dovranno essere spianate con getto di malta antiritiro.

I tiranti, una volta tagliati e filettati per circa 10 cm. da ogni lato, andranno posti in opera e fissati alle piastre (dalle dimensioni e spessori prescritti) mediante dadi filettati predisponendo preventivamente apposite guaine protettive.

Ad avvenuto indurimento delle guaine usate per i piani di posa delle piastre, l'Appaltatore metterà in tensione i tiranti per mezzo di chiavi dinamometriche in modo che la tensione applicata non superi il 50% di quella ammissibile dal cavo di acciaio. Si salderanno infine i dadi filettati.

La sede di posa dei tiranti, se prevista all'interno della struttura, potrà essere riempita, dietro precise indicazioni della D.L., con iniezioni di malte reoplastiche o di prodotti di sintesi chimica, mentre le scanalature potranno essere sigillate con malta o lasciate a vista, eventualmente rifinite in modo da non andare in contrasto con l'aspetto del paramento murario.

Per garantire alla struttura le migliori prestazioni statiche, i tiranti orizzontali dovranno essere posizionati in corrispondenza dei solai o di altre strutture orizzontali mentre lo spazio fra due tiranti contigui dovrà essere ridotto al minimo.

I tiranti verticali, diagonali e comunque inclinati verranno inseriti in fori passanti (diam. 45/65 mm.) attraverso le murature, nei quali verrà poi iniettata a pressione malta epossidica opportunamente formulata, per la formazione del bulbo di ancoraggio. Nel caso di murature troppo dissestate si provvederà ad una preventiva iniezione di consolidamento con malta epossidica.

Verranno poi messe in opere le piastre di ancoraggio. L'operazione di tesatura avverrà dopo il completo essiccamento del bulbo di ancoraggio.

La realizzazione di tali collegamenti potrà essere ad un solo cavo o a più cavi in ragione della coazione che la D.L. riterrà opportuno inserire.

Il posizionamento, le forme e le dimensioni delle piastre di ancoraggio dovranno essere effettuati secondo le prescrizioni del progetto o della D.L., potranno infatti essere ortogonali al tirante, inclinate rispetto a questo, a bloccaggio singolo o pluricavo.

Art. 27. STRUTTURE ORIZZONTALI O INCLINATE, SOLAI, VOLTE E COPERTURE. LAVORI DI COSTRUZIONE

Art. 27.1 Costruzione delle volte

Le volte in genere saranno costituite sopra solide armature, formate secondo le migliori regole, ed in modo che il manto o tamburo assuma la conformazione assegnata all'intradosso degli archi, volte o piattabande, salvo a tener conto di quel tanto in più, nel sesto delle centine, che si crederà necessario a compenso del presumibile abbassamento della volta dopo il disarmo.

È data facoltà all'Appaltatore di adottare nella formazione delle armature suddette quel sistema che crederà di sua convenienza, purché presenti la necessaria stabilità e sicurezza, avendo l'Appaltatore l'intera responsabilità della loro riuscita, con l'obbligo di demolire e rifare a sue spese i volti che, in seguito al disarmo, avessero a deformarsi o a perdere la voluta robustezza.

Ultimata l'armatura e diligentemente preparate le superfici d'imposta delle volte, saranno collocate in opera i conci di pietra od i mattoni con le connessure disposte nella direzione precisa dei successivi raggi di curvatura dell'intradosso, curando di far procedere la costruzione gradatamente e di conserva sui due fianchi.

Dovranno inoltre essere sovraccaricate le centine alla chiave per impedirne lo sfiaccamento, impiegando all'uopo lo stesso materiale destinato alla costruzione della volta.

In quanto alle connessure, saranno mantenuti i limiti di larghezza fissati negli articoli precedenti secondo le diverse categorie di muratura.

Per le volte di pietrame s'impiegheranno pietre di forma, per quanto possibile, regolari, aventi letti di posa o naturalmente piani o resi grossolanamente tali con la mazza o con il martello.

Nelle volte con mattoni di forma ordinaria le connessure non dovranno mai eccedere la larghezza di 5 mm all'intradosso e di 10 mm all'estradosso.

All'uopo l'Appaltatore, per le volte di piccolo raggio, è obbligato, senza diritto ad alcun compenso speciale, a tagliare diligentemente i mattoni per renderli cuneiformi, ovvero a provvedere, pure senza speciale compenso, mattoni speciali lavorati a raggio.

Si avrà la maggiore cura tanto nella scelta dei materiali, quanto nel loro collocamento in opera, e, nell'unire con malta gli ultimi filari alla chiave, si useranno i migliori metodi suggeriti dall'arte, onde abbia a risultare un lavoro ad ogni parte perfetto. Le imposte degli archi, piattabande e volte, dovranno essere eseguite contemporaneamente ai muri e dovranno riuscire bene collegate ad essi. La larghezza delle imposte stesse non dovrà in nessun caso essere inferiore a cm 20.

Occorrendo impostare volte od archi su piedritti esistenti, si dovranno preparare preventivamente i piani d'imposta mediante i lavori che saranno necessari e che sono compresi fra gli oneri a carico dell'Appaltatore.

Per le volte oblique, i mattoni debbono essere tagliati sulle teste e disposti giusta la linea dell'apparecchio prescritto.

Nelle murature di mattoni pieni, messi in foglio o di costa, murati con cemento a pronta presa per la formazione di volte a botte, a schifo, a crociera, a padiglione, a vela ecc., e per le volte di scale alla romana, saranno seguite tutte le norme e cautele che l'arte specializzata prescrive, in modo da ottenere una perfetta riuscita dei lavori.

Sulle volte saranno formati i regolari rinfianchi fino al livello dell'estradosso in chiave, con buona muratura in malta in corrispondenza delle pareti superiori e con calcestruzzo per il resto.

Le sopraindicate volte in foglio dovranno essere rinforzate, ove occorra, da ghiera o fasce della grossezza di una testa di mattoni collegate alla volta durante la costruzione.

Per le volte e gli archi di qualsiasi natura l'Appaltatore non procederà al disarmo senza il preventivo assenso della Direzione dei Lavori.

Le centinature saranno abbassate lentamente ed uniformemente per tutta la larghezza, evitando soprattutto che per una parte il volto rimanga privo d'appoggio, mentre, per l'altra si trovi tuttavia sostenuto dall'armatura.

Art. 27.2 Solai

Le coperture degli ambienti e dei vani potranno essere eseguite, a seconda degli ordini della Direzione Lavori, con solai di uno dei tipi descritti in appresso.

La D.L. ha la facoltà di prescrivere il sistema e tipo di solaio di ogni ambiente e per ogni tipo di solaio essa stabilirà anche il sovraccarico accidentale da considerare e l'Appaltatore dovrà senza eccezioni eseguire le prescrizioni della D.L.

L'Appaltatore dovrà provvedere ad assicurare solidamente alla faccia inferiore i tutti i solai ganci di ferro appendilumi nel numero, forma e posizione che, a sua richiesta, sarà precisato dalla D.L.

Solai su travi e travicelli in legno - Le travi principali a quattro fili di legno avranno le dimensioni e le distanze che saranno indicate in relazione alla luce ed al sovraccarico.

I travicelli di cm 8 per 10 pure a quattro fili, saranno collocati alla distanza, fra asse e asse, corrispondente alla lunghezza delle tavelle che devono essere collocate su di essi. I vani sui travi, fra i travicelli, dovranno essere riempiti di muratura, e sull'estradosso delle tavelle deve essere disteso uno strato di calcestruzzo magro di calce idraulica formato con ghiaietto fino.

Solai su travi di ferro a doppio T (putrelle) con voltine in mattoni (pieni o forati) o con elementi laterizi interposti - Questi solai saranno composti delle putrelle, dei copriferri, delle voltine in mattoni (pieni o forati) o dei tavelloni o delle volterrane ed infine del riempimento.

Le putrelle saranno delle dimensioni fissate volta per volta dalla D.L. e collocate alla distanza, tra asse ed asse, che verrà prescritta; in ogni caso tale distanza non sarà superiore ad 1 m. Prima del loro collocamento in opera dovranno essere verniciate a minio e forate per l'applicazione delle chiavi, dei tiranti e dei tondini di armatura delle piattabande.

Le chiavi saranno applicate agli estremi delle putrelle alternativamente (e cioè una con le chiavi e la successiva senza), e i tiranti trasversali, per le travi lunghe più di 5 m, a distanza non maggiore di 2,50 m Le voltine di mattoni pieni o forati, saranno eseguite ad una testa in malta comune od in foglio con malta di cemento a rapida presa, con una freccia variabile fra 5 e 10 cm.

Quando la freccia è superiore ai cm 5 dovranno intercalarsi fra i mattoni delle voltine delle grappe in ferro per meglio assicurare l'aderenza della malta di riempimento dell'intradosso.

I tavelloni e le volterrane saranno appoggiati alle travi con l'interposizione di copriferri.

Le voltine di mattoni, le volterrane ed i tavelloni, saranno poi rinfiancate sino all'altezza dell'ala superiore della trave e dell'estradosso delle voltine e volterrane, se più alto, con scoria leggera di fornace o pietra pomice, convenientemente crivellata e depurata da ogni materiale pesante, impastata con malta magra fino ad intasamento completo.

Quando la faccia inferiore dei tavelloni o volterrane debba essere intonacata sarà opportuno applicarvi preventivamente una sbruffatura di malta cementizia ad evitare eventuali distacchi dell'intonaco stesso.

Solai in cemento armato - Per tali solai si richiamano tutte le norme e prescrizioni per l'esecuzione delle opere in cemento armato, di cui all'ART. 22.

Solai di tipo misto in cemento armato ed elementi laterizi forati elementi di laterizio e travetti, da utilizzarsi unitamente ai travetti prefabbricati di calcestruzzo conformi alla UNI EN 15037-3:2011 per solai e sistemi di copertura a travetti e blocchi interposti - I laterizi dei solai di tipo misto in cemento armato, quando abbiano funzione statica, dovranno rispondere alle seguenti prescrizioni.

In particolare devono:

1. essere conformati in modo che le loro parti resistenti a pressione vengano nella posa a collocarsi tra di loro così da assicurare una uniforme trasmissione degli sforzi di pressione dall'uno all'altro elemento;
2. ove sia disposta una soletta di calcestruzzo staticamente integrativa di quella in laterizio, quest'ultima deve avere forma e finitura tali da assicurare la perfetta aderenza fra i due materiali, ai fini della trasmissione degli sforzi di scorrimento;
3. il carico di rottura a pressione semplice riferito alla sezione netta delle pareti e delle costolature non deve risultare inferiore a kg 350 per cmq;
4. qualsiasi superficie metallica deve risultare circondata da una massa di cemento che abbia in ogni direzione spessore non minore di un centimetro;
5. per la confezione a piè d'opera di travi in laterizio armato, l'impasto di malta di cemento deve essere formato con non meno di 6 quintali di cemento per mc di sabbia viva.

Art. 27.3 Controsoffitti

Tutti i controsoffitti in genere dovranno eseguirsi con cure particolari allo scopo di ottenere superfici esattamente orizzontali (od anche sagomate secondo le prescritte centine), senza ondulazioni od altri difetti e di evitare in modo assoluto la formazione, in un tempo più o meno prossimo, di crepe, incrinature o distacchi dell'intonaco. Al manifestarsi di tali screpolature la Direzione Lavori avrà facoltà, a suo insindacabile giudizio, di ordinare all'Appaltatore il rifacimento, a carico di quest'ultimo, dell'intero controsoffitto con l'onere del ripristino di ogni altra opera già eseguita (stucchi, tinteggiature, ecc.).

Dalla faccia inferiore di tutti i controsoffitti dovranno sporgere i ganci di ferro appendilumi e/o si dovranno prevedere adatti fori per l'inserimento di corpi illuminanti ad incasso. Tutti i legnami impegnati per qualsiasi scopo nei controsoffitti dovranno essere abbondantemente spalmati di carbolino su tutte le facce.

La Direzione Lavori potrà prescrivere la predisposizione di adatte griglie o sfiatatoi in metallo per la ventilazione dei vani racchiusi dal controsoffitto.

Controsoffitto in rete metallica (cameracanna) - I controsoffitti in rete metallica saranno composti:

1. dell'armatura principale retta o centinata in legno di abete, formata con semplici costoloni di cm 6 x 12, oppure con centine composte di due o tre tavole sovrapposte ed insieme collegate con interasse di cm 100;
2. dell'orditura di correntini in abete della sezione di cm 4 x 4, posti alla distanza di cm 30 gli uni dagli altri e fissati solidamente con chiodi e reggette alle centine ed ai costoloni di cui sopra ed incassati ai lati entro le murature in modo da assicurare l'immobilità;
3. della rete metallica in filo di ferro lucido del diametro di mm 1 circa, con maglie di circa mm 15 di lato, che sarà fissata all'orditura di correntini con opportune grappette;
4. del rinzafo di malta bastarda o malta di cemento, secondo quanto prescritto, la quale deve risalire superiormente alla rete;
5. dell'intonaco (eseguito con malta comune di calce e sabbia e incollato a colla di malta fina) steso con dovute cautele e con le migliori regole dell'arte perché riesca del minore spessore possibile, con superficie piana e liscia.

Controsoffitto tipo "Perret" - I controsoffitti eseguiti con materiale speciale tipo Perret, Italia o simili, saranno costituiti da tavelle sottili di cotto dello spessore di cm 2,5 armate longitudinalmente con tondini di acciaio annegato in malta a q 3 di cemento Portland per mc di sabbia, il tutto ancorato al solaio sovrastante mediante robusti cavallotti di ferro posti ad opportuna distanza.

La faccia vista del controsoffitto sarà sbruffata con malta bastarda.

Controsoffitto in graticcio tipo "Stauss" - I controsoffitti con graticcio di cotto armato tipo Stauss o simili saranno costituiti essenzialmente da strisce di rete di fili di ferro ricotto del diametro di mm 1 a maglie di mm 20 di lato aventi gli incroci annegati in crocette di forma poliedrica in argilla cotta ad alta temperatura, che assicurano alla malta una buona superficie di aderenza.

Dette strisce assicurate agli estremi a tondini di ferro da mm 8 almeno, ancorati a loro volta nelle murature perimetrali con opportune grappe poste a distanza di cm 25, ben tese mediante taglie tendifili, verranno sostenute con cavallotti intermedi (a distanza di circa m 0,40) ed occorrendo, mediante irrigidimenti di tondino di ferro da mm 3, in modo da risultare in tutta la superficie saldamente fissate al soffitto senza possibilità di cedimenti.

Per l'impalcatura si procederà come per un controsoffitto normale: la malta gettata con forza contro il graticcio deve penetrare nei fori tra le varie crocette, formando al di là di esse tante piccole teste di fungo che trattengono fortemente l'intonaco alla rete.

Trattandosi di rivestire superfici curve comunque centinate, la rete metallica del controsoffitto tanto del tipo comune quanto del tipo Stauss dovrà seguire le sagome di sostegno retrostanti opportunamente disposte, ed essere fissate ad esse con tutti i necessari accorgimenti per assicurare la rete e farle assumere la curvatura prescritta.

Controsoffitto in cartongesso - I controsoffitti saranno costituiti da una lastra in cartongesso dello spessore minimo di mm 10-13, fissata ad una struttura di sostegno, a sua volta ancorata con fili di sospensione e tasselli ad espansione al soffitto.

Le giunzioni tra pannelli verranno opportunamente stuccate con l'impiego di tela e gesso, e convenientemente rasate e carteggiate.

Art. 27.4 Coperture a tetto

La copertura a tetto sarà sostenuta da una grossa armatura in legno, ferro o cemento armato, il tutto con le dimensioni e disposizioni che saranno prescritte dai tipi di progetto o dalla D.L.

Sulla grossa armatura saranno poi disposti i travicelli ed i listelli in legno (piccola armatura) sulla quale sarà poi distesa la copertura di tegole direttamente o con l'interposizione di un sottomano in legno od in laterizi.

Sottomano in legno - Sarà costituito da tavole di legno di abete dello spessore di cm 2,5, piallate dalla parte in vista, unite a filo piano e chiodate alla sottostante orditura di travicelli.

Sottomano di pianelle o tavelline - Il sottomano di pianelle o tavelline si eseguirà collocando sui travicelli o correntini le pianelle o tavelline una vicina all'altra, bene allineate e in modo che le estremità di esse posino sull'asse di detti legami e le connessure non siano maggiori di mm 6. Le dette connessure saranno stuccate con malta idraulica liquida.

I corsi estremi lungo la gronda saranno ritenuti da un listello di abete chiodato alla sottostante armatura del tetto.

Copertura di tegole curve o coppi - La copertura di tegole a secco si farà posando sulla superficie da coprire un primo strato di tegole con la convessità rivolta verso il basso, disposte a filari ben allineati ed attigui, sovrapposte per cm 15 ed assicurare con frammenti di laterizi. Su questo tratto se ne collocherà un secondo con la convessità rivolta verso l'alto,

similmente accavallate per cm 15 disposte in modo che ricoprano la connessura fra le tegole sottostanti

Le teste delle tegole in ambedue gli strati saranno perfettamente allineate sia nel senso parallelo alla gronda che in qualunque senso diagonale.

Il comignolo, i displuvi ed i compluvi saranno formati con tegoloni.

I tegoloni del comignolo e dei displuvi saranno diligentemente suggellati con malta, e così pure saranno suggellate tutte le tegole che formano contorno delle falde, o che poggiano contro i muri, lucernari, canne da camino e simili. Le tegole che vanno in opera sulle murature verranno posate sul letto di malta.

La copertura di tegole sul letto di malta verrà eseguita con le stesse norme indicate per la copertura di tegole a secco; il letto di malta avrà lo spessore di cm 4-5.

Copertura in tegole alla romana - La copertura in tegole alla romana (o maritate) composta di tegole piane (embrici) e di tegole curve (coppi) si eseguirà con le stesse norme della precedente, salvo che si poserà sulla superficie da coprire il primo strato di tegole piane debitamente intervallate e sovrapposte, e successivamente il secondo strato di tegole curve che ricopriranno i vuoti fra i vari filari di tegole piane. Anche per questo tipo di copertura a secco dovrà eseguirsi con calce idraulica mezzana la necessaria muratura delle testate e dei colmi, la calce a scarpa ecc. In corrispondenza delle gronde dovranno impiegarsi embrici speciali a lato parallelo.

Copertura di tegole piane - Nella copertura di tegole piane ad incastro (marsigliesi o simili), le tegole, quando devono poggiare su armatura di correnti, correntini o listelli, saranno fissate a detti legnami mediante legatura di filo di ferro zincato, grosso mm1 circa, il quale, passando nell'orecchio esistente in riporto nella faccia inferiore di ogni tegola, si avvolgerà ad un chiodo pure zincato, fissato in una delle facce dei correntini o listelli.

Quando invece le tegole devono poggiare sopra un assito, sul medesimo, prima della collocazione delle tegole, saranno chiodati parallelamente alla gronda dei listelli della sezione di cm 4-3 a distanza tale, tra loro, che vi possano poggiare i denti delle tegole di ciascun filare.

Per la copertura di tegole piane ad incastro su sottomano di laterizio, le tegole dovranno posare sopra uno strato di malta grosso da cm 4 a 5, ed essere suggellate accuratamente ogni tegola con la malta stessa. In ogni caso dovranno essere impiegate, nella posa della copertura, mezze tegole rette e diagonali alle estremità delle falde e negli spigoli, in modo da alternare le tegole da un filare all'altro.

Sopra i displuvi dovranno essere disposti appositi tegoloni di colmo murati in malta idraulica, inoltre dovrà essere inserito un numero adeguato di cappucci di aerazione.

Copertura in lastre di ardesia artificiale - Le coperture in ardesia artificiale potranno essere eseguite nei seguenti tipi:

- con lastre ondulate normali spessore mm 5.5 a 6
- con lastre ondulate alla romana spessore mm 5.5 a 6
- con lastre ondulate alla toscana spessore mm 5.5
- con lastre piane alla francese spessore mm 4

In ogni caso le lastre di copertura verranno poste in opera su tavolato di legno abete dello spessore di almeno mm 25 con superiore rivestimento di cartone catramato, ovvero sopra orditura di listelli pure in abete della sezione da cm 4 x 4 a cm 7 x 7 a seconda dell'interasse e del tipo di copertura, fissandole con speciali accessori in ferro zincato (grappe, chiodi o viti, ranelle triple, ecc.). La loro sovrapposizione dovrà essere, a seconda del tipo di lastra, da cm 5 a 8; i colmi ed i pezzi speciali terminali di ogni tipo saranno anch'essi fissati con gli appositi accessori.

L'ardesia artificiale per coperture potrà essere richiesta nel colore grigio naturale, rosso, nero-lavagna, ruggine.

Art. 27.5 Coperture a terrazzo

Il solaio di copertura dell'ultimo piano a terrazzo, sarà eseguito in piano, mentre le pendenze da darsi al terrazzo, non inferiore all'1%, saranno raggiunte mediante l'inclinazione del lastrico di copertura da eseguirsi in smalto, gretonato o simile. Sopra tale lastrico verrà eseguita una spianata di malta idraulica dello spessore di cm 2 (camicia di calce) e quindi la spianata di asfalto, che sarà data in due strati successivi dello spessore ciascuno non minore di mm 8, dati l'uno in senso normale all'altro, e ciò allo scopo di evitare ogni infiltrazione di acqua.

Anche le pareti perimetrali del terrazzo verranno protette, nella parte inferiore, previamente preparate con intonaco grezzo, mediante un'applicazione verticale di asfalto dello spessore di mm 8 e dell'altezza non inferiore di cm 20, raccordata opportunamente con gli strati suddetti.

Sulla spianata di asfalto sarà poi applicata direttamente (senza massetto) la pavimentazione.

Art. 28. STRUTTURE ORIZZONTALI O INCLINATE - SOLAI, VOLTE E COPERTURE DEMOLIZIONI, SOSTITUZIONI E COLLEGAMENTI

Art. 28.1 Demolizioni

Per le opere di demolizione di solai, volte e coperture, l'Appaltatore sarà obbligato ad attenersi alle seguenti disposizioni:

Generalità - Gli interventi di demolizione o sostituzione riguarderanno esclusivamente porzioni o sistemi strutturali che risultino del tutto irrecuperabili dopo attenta campagna di rilievo e diagnosi. Ovvero tutti quei sistemi e/o sottosistemi non più in grado di assolvere la loro funzione statica, nemmeno mettendo in atto interventi consolidanti puntuali od estesi, in grado di lavorare in parallelo e/o in modo collaborante con gli stessi.

Si dovrà fare ricorso ad opere di sostituzione parziale solo quando alcune parti od elementi della struttura si presenteranno deteriorati a tal punto da non garantire la stabilità dell'intera struttura. Si utilizzeranno sempre e comunque a tal scopo, materiali e tecniche idonee, possibilmente asportabili e/o sostituibili, in contrasto per forma e/o tipologia e/o materiale col manufatto esistente, pertanto nettamente identificabili e riconoscibili.

Qualsiasi operazione sarà comunque da concordare preventivamente con la D.L. previa specifica autorizzazione degli enti preposti alla tutela del bene oggetto di intervento. Tutte le pavimentazioni potranno eventualmente essere recuperate integralmente dietro specifiche indicazioni della D.L.

Coperture - Fatte salve le generalità di cui sopra, si eseguirà in primo luogo, con ogni cautela, in condizioni di massima sicurezza per gli operatori, la dismissione del manto di copertura, di converse, scossaline, canali di gronda, delle canne fumarie e dei comignoli; solo in seguito l'Appaltatore potrà rimuovere la piccola, la media e la grossa orditura o comunque la struttura sia essa di legno, sia di ferro o di cemento armato.

In presenza di cornicioni o di gronde a sbalzo, dovrà assicurarsi che questi siano ancorati all'ultimo solaio o, viceversa, trattenuti dal peso della copertura; in quest'ultimo caso, prima di rimuovere la grossa orditura, dovrà puntellare i cornicioni.

La demolizione della copertura, si dovrà effettuare operando dall'interno dell'edificio; in caso contrario gli operai dovranno lavorare esclusivamente sulla struttura principale e mai su quella secondaria, impiegando opportunamente tavole di ripartizione.

Nel caso in cui la quota del piano di lavoro rispetto al piano sottostante superi i 2 metri, l'Appaltatore sarà obbligato a predisporre idonea impalcatura; se non fosse possibile porla in opera per la presenza di un piano sottostante non portante o non agibile dovrà predisporre tutte le opportune operazioni per garantire l'incolumità degli addetti ai lavori.

Solai piani - Previa attenta verifica del sistema costruttivo, verranno rimossi i pavimenti ed i sottofondi, i tavellonati e le voltine. Nel caso non si dovessero rimuovere i travetti, sarà cura dell'Appaltatore predisporre idonei tavolati di sostegno per gli operai.

I travetti andranno sfilati dalle sedi originarie evitando di fare leva sulle murature esistenti mediante il puntellamento, la sospensione e il taglio dei travetti. Le solette in cemento armato monolitiche, prive di una visibile orditura principale, dovranno preventivamente essere puntellate in modo da accertare la disposizione dei ferri di armatura.

L'Appaltatore dovrà inoltre evitare la caduta sui piani sottostanti dei materiali rimossi e l'eccessivo accumulo degli stessi sui solai.

Solai a volta - La demolizione delle volte con evidenti dissesti andranno diversificate in relazione alle tecniche costruttive delle stesse, al loro stato di degrado, alla natura del dissesto ed alle condizioni al contorno.

L'Appaltatore sarà sempre tenuto a realizzare puntellamenti sbadacchiature secondo le indicazioni della D.L. in modo da assicurare la stabilità dei manufatti in adiacenza, oltre che per controbilanciare la mancata spinta esercitata dalla volta da demolire.

In ogni caso la demolizione di volte in mattoni in foglio, a crociera o a vela dovrà iniziare dalla chiave della volta e seguire un andamento a spirale.

La demolizione delle volte ad arco ribassato e a botte andrà invece eseguita per sezioni frontali procedendo dalla chiave verso le imposte.

Art. 28.2 Sostituzioni e collegamenti

Nel caso di sostituzioni, parziali o globali, l'Appaltatore avrà cura di procedere. Il collegamento di una nuova struttura ai muri perimetrali, se non stabilito diversamente dalle prescrizioni di progetto o dalle direttive della D.L., verrà effettuato con le seguenti modalità.

Strutture piane ad elementi metallici - Le operazioni si effettueranno secondo le indicazioni di progetto. I collegamenti fra le travi ed i muri perimetrali si potranno realizzare murando direttamente ogni testa della trave realizzando preventivamente idonea piastra di ripartizione. L'Appaltatore dovrà saldare all'ala, nella parte annegata nel conglomerato, degli spezzoni di tondino di acciaio ripiegati ad uncino in grado di contrastare lo sfilamento della putrella. L'alloggiamento della trave da realizzare nella muratura, dovrà avere forma tronco-conica con la base maggiore rivolta verso l'esterno; Se il muro non sarà in grado di garantire la resistenza a carichi concentrati, si potrà realizzare un cordolo di cemento armato ricavato nella muratura sul quale appoggiare le putrelle. In ogni caso si dovrà prima liberare la struttura da tutti i carichi accidentali e procedere alla messa in opera della puntellatura del solaio che dovrà essere forzata in modo da ridurre al minimo l'effetto del carico sulle travi esistenti.

Strutture piane in legno - Nel caso in cui il collegamento ai muri perimetrali si dovrà realizzare tramite nuovo cordolo in cemento armato, l'Appaltatore dovrà demolire porzioni di muratura perimetrale in modo da creare appositi vani a sezione tronco-conica di altezza pari a quella del cordolo per permettere l'inserimento di parti in cemento armate sagomate a coda di rondine funzione di ancoraggio. Le armature degli ancoraggi verranno eseguite, secondo le prescrizioni di progetto, contemporaneamente a quelle del cordolo.

L'interasse fra gli ancoraggi potrà variare in relazione alla consistenza del muro, alle dimensioni del solaio ed alle indicazioni di progetto (di norma circa ogni 3 ml.).

In linea di massima per solai di 4/6 metri si potranno realizzare cordoli di 15/20 cm. di base per 30 cm. di h. armati con ferri di 14 mm.; rete elettrosaldata di mm.150x150 con diametro di mm.4, chiodata e gettata in cappa di cemento con spessore di cm 4/6.

Se prescritto dagli elaborati di progetto saranno da realizzarsi idonei fori nella muratura in cui inserire le barre d'ancoraggio del cordolo. Tali fori avranno un'inclinazione sempre inferiore ai 45° rispetto al piano trasversale della muratura. Prima dell'inserimento degli ancoraggi saranno riempiti con boiaccia di cemento o resine di sintesi chimica secondo quanto stabilito dagli elaborati di progetto.

Nel caso in cui il cordolo si realizzerà per cantieri, l'armatura verrà posta in opera per tratti e andranno eseguiti getti più corti di almeno 30cm.

rispetto alla lunghezza di ciascun vano della muratura Questa operazione consentirà ai ferri dell'armatura di essere piegati e inseriti nel vano; i ferri dovranno essere di lunghezza tale da poterli sovrapporre a quelli dei cantieri adiacenti. Una volta eseguito il getto si aprirà il cantiere adiacente ed i ferri dell'armatura verranno nuovamente stesi e collegati al tratto successivo. Infine andrà ripristinata la muratura intorno alle teste delle travi, avendo cura di aerarle e/o trattarle secondo le prescrizioni della D.L..

Nel caso in cui non fosse prevista la realizzazione di cordoli, si dovranno eseguire nella muratura dei fori passanti sempre di forma tronco - conica, adatti al collegamento con i tiranti a coda di rondine. Questi ultimi, dovranno essere fissati ad una estremità della trave tramite idonea chiodatura o bullonatura; l'estremità opposta della trave verrà saldata ad una gabbia di tondini sagomati di forma tronco-conica da alloggiarsi nel foro da riempire con la malta prescritta.

Se espressamente richiesto dalla D.L. o dagli elaborati di progetto, il collegamento dovrà essere realizzato per mezzo di tiranti a piastra, praticando un foro passante in direzione della lunghezza della trave. L'Appaltatore dovrà quindi ricavare nella muratura una nuova sede di forma tronco-conica di dimensioni tali da accogliere la piastra metallica che dovrà poggiare su una base perfettamente spianata, realizzata con getto di malta cementizia. Il tirante di acciaio dovrà avere la forma e le dimensioni definite dagli elaborati di progetto ed essere collegato ad una estremità della trave per una lunghezza non inferiore agli 80 cm. mediante idonea chiodatura o bullonatura;

l'altro estremo dovrà terminare con una sezione piatta in cui si praticherà un'asola di forma idonea in modo da trattenere i cunei tenditori; quest'estremità potrà essere filettata e collegata con un dado di acciaio.

Struttura piana latero-cementizia - Il nuovo collegamento con le murature perimetrali si potrà realizzare tramite la formazione di un cordolo in cemento armato che sarà dimensionato in base alla consistenza dei muri ed alle indicazioni di progetto. Si seguirà con il sistema dei cantieri alternati oppure si potrà ricavare nella muratura; il cordolo dovrà essere ancorato a quest'ultima mediante elementi a coda di rondine o spezzoni di ferro piegati e murati. Le armature del cordolo con i relativi ancoraggi saranno inseriti nei vani appositamente ricavati e collegati con le teste delle travi.

Gli elementi di un'eventuale struttura aggiuntiva dovranno essere messi in opera alla quota stabilita con i necessari puntelli.

Nel caso in cui il cordolo verrà inserito solo parzialmente nello spessore del muro, l'Appaltatore dovrà predisporre la cassetta per la parte di cordolo che fuoriesce dal muro

Art. 28.3 Sostituzione di travi in legno

La integrale sostituzione di travi in legno sarà da effettuarsi solo ed esclusivamente in caso di assoluta inconsistenza fisico-materico-strutturale della trave, ovvero quando non sia possibile farla lavorare in parallelo con nuove travature o nuovi sistemi strutturali in grado di scaricarla parzialmente od integralmente.

L'Appaltatore dovrà preventivamente puntellare i travetti ed il tavolato posato sulle travi con più puntelli da collocarsi parallelamente alle travi.

Sopra ai puntelli in corrispondenza dell'intradosso dei travetti, si dovrà collocare un'architrave sulla quale verranno posti a contrasto i singoli travetti mediante chiodatura di biette in legno.

Nel caso in cui la puntellatura dovesse appoggiare sopra a un solaio non sufficientemente solido, si dovranno posizionare i puntelli in modo da gravare su elementi strutturali sufficientemente resistenti; nel caso in cui, ad insindacabile giudizio della D.L., il solaio sottostante non fosse in grado di offrire sufficienti garanzie di resistenza, sarà necessario scaricare i puntelli sulle murature perimetrali, o prolungarli e sovrapporli sino al solaio del piano inferiore.

L'Appaltatore dovrà altresì impiegare tavole in legno di idonea sezione posizionate alla base dei puntelli per una migliore ripartizione dei carichi.

In ogni caso la trave liberata dalla muratura in corrispondenza degli appoggi, verrà sfilata intera e, solo dietro specifica autorizzazione della D.L. potrà essere tagliata.

La nuova trave dovrà corrispondere come materiale, essenza qualità e dimensioni ai requisiti richiesti dagli elaborati di progetto. Dovrà essere messa in opera, nel caso di trave in legno, ripristinando compiutamente l'equilibrio strutturale preesistente.

Art. 28.4 Sostituzioni di elementi laterizi con putrelle in ferro

Fatte salve le generalità di cui al precedente articolo 28.1. L'Appaltatore dovrà preventivamente puntellare il solaio, solo successivamente sarà possibile rimuovere il pavimento con il relativo sottofondo, asportare i materiali di riempimento fino a raggiungere l'estradosso del ferro e del laterizio. Verrà in parallelo posto in opera un tavolato di servizio che appoggerà sulle putrelle. Le tecniche, gli accorgimenti e i materiali da impiegarsi nella sostituzione verranno stabiliti dalla D.L. ed eseguiti sotto la sua sorveglianza.

Di norma l'Appaltatore dovrà porre in opera un tavellonato in laterizio poggiato sull'ala inferiore dei travetti; sopra il tavellonato si dovranno posizionare gli elementi di alleggerimento costituiti da laterizi forati o da altro materiale (blocchi di polistirolo ecc.).

In corrispondenza dell'ala superiore delle putrelle, preventivamente pulite e sgrassate andrà saldato un tondino di ferro sagomato a zig-zag in grado di assicurare una valida coazione fra la struttura metallica ed il getto di calcestruzzo.

L'Appaltatore, infine, dovrà far eseguire il getto in calcestruzzo armato, previa abbondante irrorazione con acqua del sottofondo. L'operazione si svolgerà in base alle prescrizioni di progetto, il collegamento verrà assicurato mediante ferri di ripartizione incrociati o rete metallica elettrosaldata.

Art. 28.5 Sostituzione del tavolato esistente

L'operazione si effettuerà solo nel caso in cui il tavolato esistente non fosse più assolutamente in grado di fornire sufficienti garanzie, e fosse eccessivamente marcescente.

L'Appaltatore effettuerà preventivamente tutte quelle opere di puntellatura e/o di rafforzamento degli elementi della struttura in modo da poter effettuare le opere di demolizione e di rimozione secondo le norme contenute nel presente capitolato.

Dovrà utilizzare per la sostituzione del tavolato esistente tavole in legno la cui essenza sarà quella prescritta dagli elaborati di progetto e le cui caratteristiche tecniche saranno conformi a quelle stabilite dall'art.6 del presente capitolato.

Le tavole dovranno avere uno spessore non inferiore a 4cm. ed essere rifilate, intestate e collegate alla struttura mediante chiodi o tenoni. Il tavolato così realizzato, se richiesto, dovrà essere connesso alle murature adiacenti secondo le modalità indicate dall'art. 28.2 del presente capitolato.

Art. 28.6 Ripasso manti di copertura in coppi di laterizio

Manto di copertura - L'Appaltatore dovrà effettuare la ricorso generale del manto di copertura tramite la rimozione dei coppi e, previa verifica sullo stato di consistenza materica, della eventuale piccola orditura del tetto.

L'accatastamento di tale materiale avverrà entro l'ambito del cantiere, comunque non in modo da gravare sulla struttura dell'edificio. I coppi subiranno un intervento di pulitura manuale tramite bruschinaggio con spazzole di saggina, la successiva battitura, l'eventuale sostituzione sino al 30/40 % in caso di rotture evidenti e/o cricature, con nuovi manufatti di produzione industriale, tra loro identici per forma, materiale e colore, da posizionarsi inferiormente rispetto a quelli recuperati, ottenendo in totale una posa di circa 36/42 coppi al mq. I coppi posti a canale potranno essere incollati al sottostante ed eventuale nuovo supporto coibente mediante spalmatura di collante epossidico, a file alternate, al fine di garantirne la inamovibilità, in ragione anche dell'azione degli agenti atmosferici.

L'operazione sarà comprensiva della ricostruzione e/o posa in opera di colmi di vertice mediante copponi, e eventuali calmi diagonali con sigillatura degli stessi mediante malta bastarda, nonché della messa in opera di scossaline e/o converse in lastre di rame lungo le adiacenze con la muratura.

Sarà cura dell'Appaltatore garantire la protezione della copertura con teli impermeabili al termine di ogni giornata di lavoro sino al suo completo recupero. Alla ricollocazione in falda dei coppi a canale, precederà una attenta verifica e rettifica delle pendenze. Si dovrà altresì garantire una corretta aerazione del sottotetto.

Supporto di assito - L'Appaltatore dovrà effettuare il trattamento globale dell'assito e della grossa orditura prima di riposizionare il manto di copertura. Travi, travetti, travicelli, assito e dormienti se eccessivamente degradati, marcescenti e non più in grado di assolvere alla loro funzione verranno sostituiti con nuovi manufatti identici per dimensione ed essenza.

Qualsiasi intervento dovrà essere preventivamente discusso con la D.L. e comunque sempre preceduto da un attenta operazione di pulitura dei manufatti lignei da recuperare, del sottotetto e dell'estradosso delle volte, utilizzando spazzole di saggina, stracci e scopinetti, nonché aria compressa a bassa pressione e apparecchi di aspirazione tipo bidone aspiratutto. Su tutte le parti lignee si dovrà effettuare un trattamento anti-fungo, anti-muffa mediante applicazione di adatto prodotto. La stesura del prodotto dovrà garantire il deposito e l'assorbimento da parte del legno di almeno cc 350 di prodotto per mq, e sarà preceduta da sgrassaggio con solvente compatibile, per eliminare tracce di unto e/o depositi non già eliminati con precedenti operazioni.

Dietro indicazioni della D.L. a trattamenti avvenuti si potrà procedere alla messa in opera di pannelli semirigidi resinati di poliuretano espanso, per formazione di strato coibente, sopra l'assito esistente per mezzo di armatura di sostegno in listelli di abete fissati all'assito. Spessore cm 3, densità 30 kg/mc, autoestingente.

Si procederà in seguito alla messa in opera di manto impermeabile a due strati ortogonali di membrana prefabbricata applicata a fiamma, previa spalmatura bituminosa sul piano di posa. Precedente formazione di strato di separazione ottenuto mediante fornitura in opera di strato in feltro di poliestere (gr/mq 200) aut strato di cartalana (gr/mq 450), da applicarsi sullo strato coibente.

Il doppio strato impermeabile sarà ottenuto con membrane prefabbricate a bitume plastomero, 4 mm con supporto di poliestere TNT (tessuto non tessuto) da filo continuo, sormonto di almeno 10 cm; eventuale utilizzo del secondo strato con finitura ardesiata della superficie esterna.

Proprietà chimiche: comportamento al fuoco non infiammabili, punto di rammollimento 95/150 gradi centigradi.

Proprietà fisiche: densità maggiore di 4 kg/mq. *Proprietà meccaniche:* resistenza a trazione longitudinale di circa 90 da N/5cm kg/5cm, trasversale di circa di 80 da N/5cm; allungamento a rottura longitudinale e trasversale del 45% circa. Giunti orizzontali: applicazione a fiamma e spalmatura a caldo di bitume ossidato. Eventuale formazione di giunti particolari da eseguirsi a regola d'arte: giunti di dilatazione, protezione lungo i raccordi, collegamenti con manufatti accessori. Normativa di riferimento: Capitolato Speciale di Appalto, norme UNI per i bitumi e le guaine 8202.

Supporto in tavellonato - Andranno accuratamente verificate le tavelle in cotto pulite con spazzole di saggina, stracci, scopinetti, bidone aspiratutto ed eventualmente acqua deionizzata. Revisione e ristilatura dei giunti di malta utilizzando malta di calce. Revisione dei raccordi e delle pendenze; eventuale utilizzo di argilla espansa

idrorepellente per uniformare le pendenze non potendo lavorare sulle strutture portanti. Si potrà in seguito procedere come per le coperture con supporto in assito, tramite il posizionamento di manto coibente e/o di manto impermeabile a due strati di membrana prefabbricata bitume plastomero (caratteristiche identiche alle precedenti).

Sottocopertura impermeabile - Dietro specifiche indicazioni della D.L. in caso di strutture di supporto del manto di copertura in listelli di legno o in assito da non sostituire, previo trattamento dei legni, si potranno posizionare lastre in fibrocemento, resina rinforzata, polipropilene e cemento, di sottocopertura fissate con viti e rondelle.

Art. 29. CONSOLIDAMENTO DI LASTRE DA RIVESTIMENTO

Art. 29.1 Generalità

A causa delle molteplici modalità di applicazione dei singoli rivestimenti, (per i quali si sono nel tempo utilizzati materiali lapidei di varia natura) con caratteristiche costruttive e materiali diversificati, caratterizzate da una grande quantità di situazioni differenziate molto spesso legate alle tecniche della messa in opera originale, sarà sempre indispensabile, a cura dell'Appaltatore, predisporre una accurata campagna di diagnosi.

La messa in sicurezza dei rivestimenti lapidei risulta dipendere da molteplici variabili (aggravate da diverse patologie di degrado e da interventi manutentivi eseguiti in maniera poco opportuna) delle quali, nella maggior parte dei casi, assolutamente non è dato sapere. Sarà quindi sempre utile effettuare studi preliminari piuttosto approfonditi sul materiale, sul supporto e sul tipo di tecnica utilizzata per la messa in opera del manufatto prima di procedere ad un qualsiasi intervento manutentivo o conservativo che potrebbe, se mal effettuato, andare a peggiorare la situazione.

Tramite attenta analisi è infatti possibile rilevare uno o più errori eseguiti nel passato che hanno contribuito a creare o ad aggravare la situazione patologica in atto:

- errori di progettazione o di esecuzione del rivestimento lapideo, all'epoca di costruzione dell'immobile;
- errori in interventi manutentivi eseguiti nel corso degli anni;
- errori di progettazione ed esecuzione dell'intervento più recente di messa in sicurezza;
- errori di progettazione ed esecuzione di attività manutentive complementari alla messa in sicurezza del rivestimento.

Art. 29.2 Identificazione delle cause determinanti le patologie

Errori di progettazione ed esecuzione del rivestimento lapideo all'epoca della costruzione - I rivestimenti lapidei moderni, che in genere più necessitano di interventi di messa in sicurezza, possono essere fatti risalire a due momenti della storia recente:

- ai primi decenni del nostro secolo, legati quindi ad un processo travolgente ed innovativo nei riguardi di nuove tecniche e modalità costruttive;
- al periodo di espansione economica dell'ultimo dopoguerra, segnato da una intensa attività produttiva, non sempre di buona qualità, nel settore dell'edilizia.

Gli errori di progettazione ed esecuzione sono quindi essenzialmente derivati dalla sperimentazione di nuove tecniche, dalla loro non sufficiente conoscenza, spesso dall'esigenza di massimo contenimento dei costi.

In parecchi casi la causa del dissesto del rivestimento lapideo è l'assenza di punti di appoggio a varie quote, che permettono di assorbire frazionatamente il peso delle lastre. Il paramento è praticamente incollato alla muratura di supporto, ma la sollecitazione delle lastre diventa insostenibile con il passare del tempo, a causa della perdita progressiva di aderenza del rivestimento alla struttura.

In altri casi le strutture di sostegno utilizzate sono in ferro, materiale che con il passare del tempo subisce fenomeni di forte ossidazione e corrosione producendo sul rivestimento lapideo un duplice effetto negativo: la ovvia perdita del sostegno che non sarà più in grado di reggerlo e la generazione di sforzi di trazione, dovuti al maggior peso specifico degli ossidi e idrati di ferro.

Ancora sarà facile rilevare l'assenza di adeguate sigillature tra le lastre se non addirittura di adeguati giunti di dilatazione.

L'acqua piovana non incontrando ostacoli di sorta riuscirà facilmente ad infiltrarsi alimentando la corrosione delle strutture di sostegno, erodendo la malta di allettamento, innescando tutta una serie di patologie (creazione di muschi, cristallizzazione dei sali, cicli di gelo e disgelo ecc.) sicuramente dannose al paramento. Così come dannosa risulterà la mancanza di adeguati giunti di dilatazione che rappresentano un punto critico della struttura, in quanto la loro assenza o inefficienza può determinare sollecitazioni insostenibili indotte dalle variazioni di temperatura.

Errori nell'esecuzione di interventi manutentivi - Interventi di manutenzione o di messa in sicurezza eseguiti senza le dovute conoscenze e cautele, sono spesso causa di ulteriori e più gravi fenomeni patologici che vanno ad interessare il materiale, ma nella maggior parte dei casi il suo supporto ed aggancio con la muratura. Risulta pertanto indispensabile una approfondita conoscenza del manufatto ed in special modo dei suoi sistemi di ancoraggio siano essi originali o di recente inserimento valutandone le caratteristiche e gli eventuali effetti negativi a danno della struttura.

Raramente gli ancoraggi preesistenti si presentano efficienti e ben conservati, in tal caso possono essere ovviamente considerati affidabili ed integrabili in un valido sistema di messa in sicurezza. Al contrario si possono rilevare ancoraggi assolutamente inefficienti, ormai inutili, magari non dannosi in quanto realizzati con materiali stabili e posizionati in modo da non disturbare la struttura, nel qual caso potranno essere lasciati in opera.

Più frequentemente è possibile riscontrare gravi fenomeni di degrado degli ancoraggi, certamente causa di un fattore attivo di disturbo per la struttura.

Ci si trova così di fronte a tasselli in ferro fortemente ossidati e quindi molto aumentati di volume; a volte ad un numero elevato di tasselli causa di vincoli eccessivi per la struttura che può trovarsi in situazioni di tensione insopportabili. In questi casi risulterà opportuno procedere alla loro eliminazione, progettando un nuovo e più idoneo sistema di ancoraggio.

Art. 29.3 Interventi di messa in sicurezza

Un intervento di ripristino di manufatti appesi se mal eseguito potrebbe col tempo causare gravi danni a cose e persone, risulta pertanto evidente quanto puntuale e preciso debba essere il progetto e la scelta del sistema di intervento. Sarà quindi indispensabile effettuare (a cura dell'Appaltatore dietro indicazioni della D.L.) una attenta ed accurata campagna diagnostica volta a conoscere in maniera esaustiva il manufatto oggetto di intervento, i materiali che lo compongono, la loro consistenza fisico-materica, le tecniche costruttive e di ancoraggio, le patologie in atto, le lesioni esistenti, le eventuali cause indirette di degrado, non sottovalutando mai la possibilità di coesistenza di situazioni diversificate nell'ambito dello stesso paramento.

Solo dopo avere acquisito tutta una serie di informazioni irrinunciabili si potrà procedere con l'intervento che prenderà forma occupandosi in prima analisi dei materiali che si andranno ad utilizzare. Dovranno chiaramente possedere caratteristiche meccaniche, di resistenza fisico chimica e di durabilità adeguate, mantenendo il più possibile nel tempo le prestazioni richieste:

- gli elementi metallici devono essere inossidabili e certificati;
- le eventuali resine da impiegarsi dovranno possedere caratteristiche fisico-chimiche adeguate alla situazione specifica: viscosità, tixotropia, modulo elastico, tempo di reticolazione;
- le eventuali guarnizioni dovranno possedere doti di indeformabilità ed elasticità che si protraggano il più possibile nel tempo.

Errori nella scelta dei materiali possono impedire di ottenere il sistema di ancoraggio desiderato, o minarne l'efficacia nel tempo. Le dimensioni degli ancoraggi dovranno quindi essere stabilite in accordo con la D.L. in base ai materiali impiegati ed ai carichi applicati, carichi non sempre esclusivamente relativi al solo peso delle lastre, ma anche alla eventuale malta di allettamento retrostante che potrebbe essersi staccata dalla muratura e gravare sul rivestimento.

Si dovranno altresì tenere presenti importanti accorgimenti:

- ogni lastra si dovrà sostenere da sola, il rivestimento dovrà infatti essere appeso appoggiato alle lastre sottostanti che, a livelli inferiori, verrebbero a trovarsi gravate da un peso non prevedibile o sostenibile;
- si dovranno considerare adeguati coefficienti di sicurezza per tener conto dell'effetto combinato di forze, quali la depressione causata dal vento, l'attività sismica, le vibrazioni generate dal traffico di superficie o sotterraneo ecc.;
- si dovranno calibrare in modo adeguato gli ancoraggi soddisfacendo contrapposte esigenze: realizzare tasselli di dimensioni sufficientemente contenute ed allo stesso tempo applicare alla struttura il minor numero possibile di vincoli. Il nuovo sistema di ancoraggio non dovrà infatti ostacolare i movimenti naturali delle lastre, dovrà essere dotato di opportune guarnizioni che non contrastino i dinamismi generati dalle vicende termoigrometriche, evitando una concentrazione eccessiva di sforzi;
- il serraggio dei tasselli dovrà essere eseguito nei tempi ed ai valori di carico previsti;
- saranno da utilizzarsi apparecchiature a sola rotazione (carotatrici) per la esecuzione dei fori, allo scopo di evitare che le sollecitazioni meccaniche impartite da mezzi a rotopercolazione danneggino ulteriormente il rivestimento, estendendo le situazioni di distacco o generando nuove lesioni;
- la chiusura dei fori dovrà essere eseguita adottando materiali stabili che evitino cavillature e infiltrazioni;
- l'eventuale iniezione di resine dovrà essere effettuata con l'impiego di idonee attrezzature che garantiscano una corretta applicazione e distribuzione del materiale.

Sarà comunque sempre opportuno effettuare controlli sistematici in corso d'opera con l'eventuale ausilio di endoscopie, in quanto potrebbero passare inosservate particolari situazioni costruttive differenti da quelle rilevate nel corso della campagna di indagini preliminari.

Art. 29.4 Manutenzione periodica

Attività manutentive inopportune possono chiaramente avere riflessi più o meno consistenti sull'efficacia e sulla durabilità degli interventi di messa in sicurezza. Tutte le operazioni eseguite nel tempo devono essere considerate come parte di un unico sistema di manutenzione; evitando di effettuare operazioni incompatibili con altre già eseguite. Saranno comunque certamente da evitare:

- trattamenti di pulitura distruttivi (sabbatura indiscriminata) o corrosivi (errato utilizzo di trattamenti a base chimica) che possono avere conseguenze negative per la conservazione degli ancoraggi e delle sigillature;
- trattamenti di protezione pellicolanti e non traspiranti che, a lungo andare possono danneggiare la struttura della pietra;
- al contrario interventi protettivi corretti per il materiale impiegato, ma insufficienti per la quantità di prodotto applicato o per l'eccessivo tempo trascorso tra un trattamento e quello successivo;
- l'utilizzo di materiali non corretti e non durevoli per l'esecuzione della sigillatura delle lastre, incapaci di impedire infiltrazioni alle spalle del rivestimento lapideo.

Art. 30. CONSOLIDAMENTO E CONSERVAZIONE DI STRUTTURE E MANUFATTI IN LEGNO

Art. 30.1 Generalità

Gli interventi dovranno essere eseguiti, nella loro totalità, per lotti onde evitare di esporre le opere in oggetto ad inutili rischi di umidificazione.

Art. 30.2 Opere provvisoriale

Si renderà opportuno, prima di qualsiasi opera di intervento predisporre uno studio preventivo e razionale dell'impianto di cantiere. Esso comprenderà la distribuzione di tutti i servizi inerenti la costruzione e tendenti a rendere il lavoro più sicuro e spedito.

Salvo diverse ed ulteriori indicazioni fornite dalla D.L. le opere provvisoriale dovranno essere eseguite come segue e comunque essere sempre realizzate con la massima cura e con le necessarie precauzioni al fine di non arrecare danni alle opere. Dovranno pertanto essere eseguite con ordine in modo da non danneggiare le murature, i solai e le coperture e in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti ai lavori, così come prescritto dalla Legge 626/92, e da evitare incomodi, danni collaterali e disturbi.

Ponteggi fissi in legno

Elementi verticali: (antenne, piantane, abetelle) con diametro 12-25 cm e lunghezza 100-120 cm su cui appoggeranno tramite i gattelli, e gli

Elementi orizzontali: (correnti, beccatelli) aventi il compito di collegare tra di loro le antenne e di ricevere il carico dagli

Elementi trasversali: (traverse, travicelli) che si poggiano con le loro estremità rispettivamente sui correnti e sul muro di costruzione e su cui insisteranno

Tavole da ponte: tavole in pioppo o abete, comunque dello spessore di 4-5 cm e larghezza maggiore o uguale a 20 cm. Andranno disposte in modo che ognuna appoggi almeno su quattro traversi e si sovrappongano alle estremità per circa 40 cm.

La distanza tra le antenne sarà di 320-260 cm, quella delle antenne dal muro 150 cm circa, quella dei correnti tra loro di 140-350 cm e quella dei traversi minore di 120 cm. I montanti verranno infissi nel terreno, previa applicazione sul fondo dello scavo di una pietra piatta e resistente o di un pezzo di legno di una specie resistente (quercia) e di adeguato spessore. Sino ad 800 cm di altezza ogni antenna potrà essere costituita da un solo elemento, mentre per altezze superiori sarà obbligatorio ricorrere all'unione di più elementi collegati mediante reggetta in ferro (moietta) o mediante regoli di legno (ponteggio alla romana). Le congiunzioni verticali dei due elementi costituenti l'antenna dovranno risultare sfasati di almeno 100 cm. Onde contrastare la tendenza del ponteggio a rovesciarsi verso l'esterno per eventuali cedimenti del terreno, andrà data all'antenna un'inclinazione verso il muro di circa il 3% e il ponteggio andrà ancorato alla costruzione in verticale almeno ogni due piani e in orizzontale un'antenna sì e una no.

Il piano di lavoro del ponteggio andrà completato con una tavola (tavola di ferma piede) alta almeno 20 cm, messa di costa internamente alle antenne e poggiate sul piano di calpestio; un parapetto di sufficiente resistenza,

collocato pure internamente alle antenne ad un'altezza minima di 100 cm dal piano di calpestio e inchiodato, o comunque solidamente fissato alle antenne.

Ponteggi a sbalzo

Dovranno essere limitati a casi eccezionali e rispondere alle seguenti norme:

- 1) il tavolato non dovrà presentare alcun interstizio e non dovrà sporgere dalla facciata più di 120 cm;
- 2) i traversi di sostegno dovranno prolungarsi all'interno ed essere collegati rigidamente tra di loro con robusti correnti, dei quali almeno uno dovrà essere applicato subito dietro la muratura;
- 3) le sollecitazioni date dalle sbadacchiature andranno ripartite almeno su una tavola;
- 4) i ponteggi a sbalzo contrappesati saranno limitati al solo caso in cui non sia possibile altro accorgimento tecnico per sostenere il ponteggio.

Ponteggi metallici a struttura scomponibile

Andranno montati da personale pratico e fornito di attrezzi appropriati. Si impiegheranno strutture munite dell'apposita autorizzazione ministeriale che dovranno comunque rispondere ai seguenti requisiti:

- 1) gli elementi metallici (aste, tubi, giunti, basi) dovranno portare impressi a rilievo o ad incisione il nome o marchio del fabbricante;
- 2) le aste di sostegno dovranno essere in profilati o in tubi senza saldatura;
- 3) l'estremità inferiore del montante dovrà essere sostenuta da una piastra di base a superficie piatta e di area 18 volte maggiore dell'area del poligono circoscritto alla sezione di base del montante;
- 4) i ponteggi dovranno essere controventati sia in senso longitudinale che trasversale, e ogni controventatura dovrà resistere sia a compressione che a trazione;
- 5) i montanti di ogni fila dovranno essere posti ad interassi maggiori o uguali a 180 cm;
- 6) le tavole che costituiscono l'impalcato andranno fissate in modo che non scivolino sui travi metallici;
- 7) i ponteggi metallici di altezza superiore a 2000 cm o di notevole importanza andranno eretti in base ad un progetto redatto da un ingegnere o architetto abilitato.

Trabattelli e ponteggi mobili

Da impiegarsi eventualmente per le opere di conservazione (pulitura, trattamento, consolidamento, protezione e finitura) o restauro (tassellature) ligneo. I trabattelli da impiegarsi dovranno essere costruiti in acciaio zincato ed elementi di base muniti di ruote girevoli con freno. L'unione degli elementi deve avvenire mediante innesto su estremità rastremate dei tubi. I vari elementi che compongono il trabattello, con larghezze comprese tra 85 e 130 cm e altezza massima di 700 cm, dovranno essere controventati mediante tiranti e puntoni d'equilibrio. I piani di lavoro, in multistrato, legno o metallo, dovranno essere provvisti di botola.

Puntelli e sbadacchiature

Da prevedere per assorbire le azioni causanti il fenomeno di dissesto dell'elemento strutturale, sostituendosi sia pure in via provvisoria a questo. Potranno essere realizzati in legno, profilati o tubolari di acciaio, unici ad un solo elemento, o multipli, a più elementi, formati anche dalle strutture articolate. L'impiego dei puntelli è agevole e immediato per qualsiasi intervento coadiuvante: permetterà infatti di sostenere provvisoriamente, anche per lungo periodo, qualsiasi parte della costruzione gravante su elementi strutturali pericolanti. I puntelli sono sollecitati assialmente, in generale a compressione e, se snelli, a carico di punta. Pertanto dovranno essere proporzionati al carico agente e ben vincolati: alla base, su appoggi capaci di assorbire l'azione che i puntelli stessi trasmettono; in testa, all'elemento strutturale da sostenere in un suo punto ancora valido, ma non lontano dal dissesto e con elementi ripartitori (dormiente, tavole). Il vincolo al piede andrà realizzato su parti estranee al dissesto e spesso alla costruzione. I vincoli dovranno realizzare il contrasto con l'applicazione di spessori e/o cunei stabili in legno di abete. In testa l'appoggio dovrà essere realizzato interponendo, in maniera stabile, una tavola di legno di abete di larghezza opportuna e spessore non inferiore a 4 cm.

Travi come rinforzi provvisori o permanenti

Da realizzarsi per travi in legno principali o secondarie di coperture o solai. In profilati a T, doppio T, IPE, a L, lamiere tondini: per formare travi compatte o armate: aggiunte per sollevare totalmente quelle deteriorate. Potranno essere applicate in vista, o posizionate all'intradosso unite a quelle da rinforzare con staffe metalliche, chiodi o bulloni.

Art. 30.3 Smontaggi e rimozioni

Tutte le rimozioni dovranno preventivamente essere autorizzate dalla D.L. e comunque essere sempre eseguite con la massima cura e con le necessarie precauzioni al fine di non arrecare danni alle opere stesse o a quelle attigue siano esse in legno, muratura o altro materiale. Dovranno pertanto essere eseguite con ordine in modo da non danneggiare le murature e i solai e in modo da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti ai lavori, così come prescritto dalla Legge 626/92, e da evitare incomodi, danni collaterali e disturbi. Le rimozioni riguarderanno esclusivamente le parti e le metrature descritte. Sarà vietato gettare i materiali dall'alto, che dovranno altresì essere scariolati e trasportati in basso con idonei mezzi in modo da non provocare danni e sollevamento di polveri. Tutta la zona operativa (interna ed esterna al cantiere) dovrà essere opportunamente delimitata, i passaggi saranno opportunamente individuati e protetti. L'Appaltatore dovrà provvedere al puntellamento ed alla messa in sicurezza provvisoria, tramite opportune opere provvisorie, di tutte quelle porzioni di fabbrica ancora integre e/o pericolanti e/o insicure per le quali non siano previste opere di demolizione. Particolare attenzione si dovrà porre in modo da evitare che si creino zone di instabilità strutturale. Tutti i materiali riutilizzabili provenienti dalle rimozioni, ove non diversamente specificato, a giudizio insindacabile della D.L., restaranno di proprietà dell'ente appaltante. Dovranno essere trasportati ed immagazzinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla D.L. mettendo in atto tutte quelle cautele atte ad evitare danneggiamenti nelle fasi di rimozione, accatastamento, trasporto e pulitura.

Rimozione e ripasso del manto di copertura in coppi di laterizio e rimozione provvisoria dello strato impermeabilizzante

L'Appaltatore dovrà effettuare la ricorso generale del manto di copertura tramite la rimozione dei coppi, dello strato impermeabilizzante e della listellatura del tetto. Rimozioni provvisorie o definitive potranno verificarsi e dovranno pertanto essere prevenute, a seguito della verifica della consistenza del degrado. L'accatastamento di tutto il materiale avverrà entro l'ambito del cantiere, comunque non in modo da gravare sulla struttura dell'edificio o sulla organizzazione e sicurezza del cantiere. In particolare:

-i coppi dovranno essere accatastati su pallets di legno con disposizione a filari verticali alternati.

-lo strato impermeabilizzante tipo "Ondulina", o similare, dovrà essere accatastato su pallets di legno a strati orizzontali per una altezza massima di 100 cm.

-il legname che dovesse essere momentaneamente rimosso, dovrà essere disposto su cavalletti di 100 cm di altezza dal piano di calpestio e in zona protetta e ventilata così come da allegato grafico 3.

L'eventuale sostituzione in caso di rotture evidenti e/o cricature, dovrà avvenire con nuovi manufatti di produzione industriale, tra loro simili per forma, materiale e colore, da posizionarsi inferiormente rispetto a quelli recuperati, ottenendo un totale di posa di circa 36/42 coppi al mq. Le stesse considerazioni valgono per le eventuali parziali sostituzioni del sistema impermeabilizzante sottocoppo. L'operazione sarà comprensiva della ricostruzione e/o posa in opera di colmi mediante copponi e eventuali colmi diagonali (cantonali) con sigillatura degli stessi mediante malta bastarda, nonché della messa in opera di scossaline e/o converse in lastre di rame lungo le adiacenze con la muratura. Sarà cura dell'Appaltatore garantire la protezione della copertura con teli impermeabili al termine di ogni giornata di lavoro sino al suo completo recupero eseguito per lotti contigui. Alla ricollocazione in falda dei coppi a canale, precederà una attenta verifica e rettifica delle pendenze. Si dovrà altresì garantire, con opportuni sistemi, una corretta aerazione del sottotetto.

Rimozione di elementi lignei

Nel caso in cui si dovessero rimuovere elementi lignei irrecuperabili questi dovranno essere sfilati o schiodati dalle sedi originarie, evitando di fare leva sulle murature esistenti, mediante il puntellamento, la sospensione e il taglio degli elementi irrecuperabili. L'Appaltatore dovrà evitare, oltre ai danni agli elementi e alle strutture attigue, anche la caduta sui piani sottostanti dei materiali rimossi e l'eccessivo accumulo degli stessi sui solai.

L'Appaltatore dovrà effettuare il trattamento (si vedano anche i successivi Artt.3,4,5,e 6) globale dell'assito, della piccola e della grande orditura prima di riposizionare il manto di copertura. Travi, travetti, travicelli, terzere o arcarecci, dormienti, capriate e assito, se eccessivamente degradati o inefficienti e comunque non più in grado di assolvere alla loro funzione, dovranno essere preventivamente parzialmente o totalmente rimossi e sostituiti, o trattati, così come ai successivi Articoli del presente Capitolato. Le eventuali sostituzioni (parziali o totali) con nuovi manufatti dovranno prevedere specie sufficientemente durabili per la classe di servizio richiesta e sufficientemente dimensionati per sopportare i carichi previsti. Qualsiasi intervento dovrà essere preventivamente discusso e autorizzato dalla D.L. e comunque essere sempre preceduto da una attenta operazione di pulitura dei manufatti lignei da recuperare, del sottotetto e dell'estradosso dei solai così come specificato più oltre.

Ad ogni modo tutti i materiali di scarto provenienti dalle rimozioni dovranno sempre essere trasportati dall'Appaltatore fuori dal cantiere, nei punti indicati o alle pubbliche discariche. Dovranno essere altresì

osservate tutte le norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni. Tutti i legnami da impiegarsi in opere permanenti da carpentiere (grossa e piccola orditura per coperture e solai) devono essere lavorati con la massima cura e precisione, secondo ogni buona regola d'arte e in conformità alle prescrizioni date dalla D.L. Tutte le giunzioni, unioni e incastri dei legnami, siano esse di sostituzione totale o di sostituzione parziale (protesi lignee) devono avere la forma e le dimensioni prescritte ed essere nette e precise in modo da ottenere un perfetto combaciamento dei pezzi che devono essere uniti. Non è tollerato alcun taglio in falso, nè zeppe o cunei, nè qualsiasi altro mezzo di guarnitura o ripieno non espressamente autorizzato dalla D.L. Le diverse parti dei componenti un'opera in legname devono essere tra loro collegate solidamente mediante caviglie, chiodi, squadre, staffe di ferro, fasciature di reggie od altro, in conformità alle prescrizioni che verranno date. Dovendosi impiegare chiodi di grosse dimensioni per il collegamento dei legnami è espressamente vietato farne l'applicazione senza apparecchiare prima il conveniente foro d'invito. I legnami, che dovranno essere preventivamente trattati in autoclave o per immersione o mediante diverso trattamento così come prescritto dalla D.L., prima della loro posizione in opera debbono essere congiunti in prova nei cantieri per essere esaminati ed accettati provvisoriamente dalla D.L.

Rimozione e sostituzioni di travi e travetti

La integrale sostituzione di travi in legno sarà da effettuarsi solo ed esclusivamente in caso di assoluta inconsistenza fisico-materico-strutturale della trave, ovvero quando non sia tecnicamente od economicamente possibile farla lavorare in parallelo con nuovi sistemi strutturali di supporto in grado di scaricarla parzialmente od integralmente. L'Appaltatore dovrà preventivamente puntellare i travetti ed il tavolato posato sulle travi dei solai e puntellare i travetti, terzere o arcarecci e puntoni della copertura, con più puntelli da collocarsi parallelamente alle travi. Sopra ai puntelli, in corrispondenza dell'intradosso dei travetti, si dovrà collocare un architrave sulla quale verranno posti a contrasto i singoli travetti mediante chiodatura di biette in legno. Nel caso in cui la puntellatura dovesse appoggiare sopra un solaio non sufficientemente solido, si dovranno posizionare i puntelli in modo da gravare su elementi strutturali sufficientemente resistenti; nel caso in cui, ad insindacabile giudizio della D.L., il solaio sottostante non fosse in grado di offrire sufficienti garanzie di resistenza, sarà necessario scaricare i puntelli sulle murature perimetrali, o prolungarli e sovrapporli sino al solaio del piano inferiore. L'Appaltatore dovrà altresì impiegare tavole in legno di idonea sezione posizionate alla base dei puntelli per una migliore ripartizione dei carichi. In ogni caso la trave liberata dalla muratura in corrispondenza degli appoggi, verrà sfilata intera e, solo dietro specifica autorizzazione della D.L. potrà essere tagliata. Porzioni sane di questa, a giudizio della D.L., potranno essere impiegate, successivamente al loro trattamento preservante, nella produzione di protesi lignee. La nuova trave dovrà corrispondere come materiale, specie, qualità e dimensioni ai requisiti richiesti dagli elaborati di progetto e del presente Capitolato. Dovrà essere messa in opera, nel caso di trave in legno, ripristinando compiutamente l'equilibrio strutturale preesistente.

Rimozione e sostituzioni del tavolato

L'operazione si effettuerà solo nel caso in cui il tavolato esistente non fosse più assolutamente in grado di fornire sufficienti garanzie e fosse eccessivamente marcescente. L'Appaltatore effettuerà preventivamente tutte quelle opere di puntellamento e/o di rafforzamento degli elementi della struttura in modo da poter effettuare le opere di demolizione e di rimozione secondo le norme contenute nel presente capitolato. Dovrà utilizzare per la sostituzione del tavolato esistente tavole in legno la cui specie sarà quella prescritta dagli elaborati di progetto e le cui caratteristiche tecniche saranno conformi a quelle stabilite dalle specifiche sulle forniture (Legnami) del presente Capitolato. Le tavole dovranno avere uno spessore non inferiore a 4 cm ed essere refilate, intestate e collegate alla struttura mediante chiodi zincati e/o maschiature. Il tavolato così realizzato, se richiesto, dovrà essere connesso alle murature adiacenti.

Art. 30.4 Puliture

La pulitura delle superfici è un'operazione complessa e delicata che necessita di un'attenta analisi del quadro patologico generale, di una approfondita conoscenza della specifica natura del degrado, dello stato di consistenza fisico materica dei manufatti. Sarà pertanto vietato all'Appaltatore utilizzare prodotti senza la preventiva autorizzazione della D.L. e degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto. Ogni prodotto potrà essere utilizzato previa esecuzione di idonee prove applicative eseguite in presenza della D.L. e dietro sua specifica indicazione. In ogni caso ogni intervento di pulitura dovrà esclusivamente preoccuparsi di eliminare tutte quelle forme patologiche in grado di generare degrado al manufatto, senza pensare quindi, prioritariamente, all'aspetto estetico e cromatico post-intervento. Qualsiasi operazione di pulitura infatti genera un'azione comunque abrasiva nei confronti dei materiali, andando sempre e in ogni modo ad intaccare (seppur minimamente) la loro patina

naturale che si dovrà cercare di conservare integralmente. I singoli prodotti andranno sempre e comunque utilizzati puntualmente, mai generalizzandone l'applicazione, partendo sempre e comunque da operazioni più blande passando via via a quelle più forti ed aggressive. Tutte le operazioni di pulitura dovranno essere precedute da una adeguata rimozione dei macrodepositi superficiali incoerenti mediante l'impiego di stracci, spazzole e scopinetti di nylon e/o saggina ed elettroaspiratori. La qualità della pulitura contribuirà al successo dei trattamenti preservanti superficiali così come descritti al successivo più oltre.

Sistemi di pulitura

Un *primo livello di pulitura* tende a rimuovere essenzialmente i depositi incoerenti (generalmente formati da particellato atmosferico, carbonioso o terroso) che si accumulano per gravità o dopo essere state veicolate da acqua meteorica o percolamenti ed infiltrazioni della stessa, e che non realizzano, generalmente, alcun tipo di coesione o di reazione con il materiale sottostante. Questo tipo di deposito possiede generalmente una bassa potenzialità patogena, che varia moltissimo in rapporto alla composizione delle sostanze e al materiale su cui si sedimentano. Anche i tempi di aggressione possono essere differenti e dipendono dalla presenza o meno di sostanze attivatrici (perlopiù l'acqua che rientra in quasi tutte le reazioni patologiche) o catalizzatrici. Per rimuovere tale tipo di depositi sono normalmente sufficienti blandi sistemi meccanici: elettroaspiratori, stracci, spazzole, scope e scopinetti in fibra vegetale o sintetica.

Un *secondo livello di pulitura* prevede la rimozione di depositi composti esclusivamente o prevalentemente da sostanze allo gene che tendono a solidarizzarsi alla superficie del manufatto con un legame essenzialmente meccanico, senza intaccare (o intaccando in minima parte) la natura chimica del materiale. Le sostanze da rimuovere possono essere ancora particellato atmosferico, penetrato in profondità, magari veicolato dall'acqua, resine o tannini, anch'essi solubilizzati dall'acqua e formanti sulle superfici macchie e aloni.

Un *terzo livello di pulitura* prevede invece la rimozione dello strato superficiale che si forma sul materiale allorchè le sostanze esterne, volatili o solide, si combinano con il materiale di finitura, mutandone la composizione chimica e dando origine a prodotti secondari di reazione. E' il caso delle patine biologiche, del guano di volatili e delle deiezioni animali in genere, delle finiture di superficie rivelatesi chimicamente e fisicamente incompatibili o naturalmente poco durabili. Perdurando l'apporto delle sostanze patologiche dall'esterno, si ha un progresso continuo dell'attacco in profondità, con distacco e caduta delle parti esterne degradate.

Per rimuovere i depositi parzialmente o totalmente coerenti si deve ricorrere alla prima fase di pulitura seguita da cicli di pulitura più incisivi con idonei solventi da testare in opera..

Pulitura con acqua

L'utilizzo dell'acqua, per la pulitura del legno, richiederà la massima attenzione in primo luogo nei confronti del materiale stesso che è considerato, soprattutto se degradato, estremamente assorbente. L'acqua da impiegarsi dovrà essere pura, scevra da sostanze inquinanti e sali. L'azione solvente dell'acqua, per la rimozione dei depositi superficiali coerenti e incoerenti, oltre che dei residui di tinteggiature a tempera, potrà essere ottenuta mediante spugnatura delle superfici e successiva spatolatura e/o spazzolatura con spazzole di nylon o saggina. L'operazione dovrà essere ripetuta fino all'ottenimento del grado di pulitura ritenuto sufficiente dalla D.L. garantendo sempre un sufficiente ricambio dell'acqua contenuta nei secchi. La pulitura finale con sola acqua, applicata con spugne, dovrà prevedere l'immediata asciugatura superficiale con stracci e spugne asciutte. Ogni cura comunque dovrà prestarsi affinché le superfici non vengano eccessivamente imbibite e affinché non risultino danneggiate a seguito dell'azione blandamente meccanica con le spatole e/o con le spazzole.

Pulitura chimica

A causa della pericolosità e della difficoltà di controllo dell'azione corrosiva innescata dai prodotti per la pulitura chimica, si dovrà operare con la massima attenzione e cautela, nel pieno rispetto di leggi e regolamenti, in regime di massima sicurezza per l'operatore. Dovrà essere effettuata esclusivamente dietro specifica autorizzazione della D.L. e solo su quelle zone dove altri tipi di pulitura meno aggressiva (sola acqua) non sono state in grado di eliminare l'agente alterativo o patogeno. Potranno essere utilizzati, a seconda dei casi e del tipo di prodotto, disciolti in acqua o in altro solvente/veicolante, ed in forma liquida, mediante procedura analoga a quella impiegata per la pulitura ad acqua, o impacco detergente/assorbente (gel o pasta) reso tixotropico da inerti di vario tipo quali la polpa di cellulosa. Ad ogni intervento di tipo chimico dovrà seguire abbondante risciacquo con acqua per eliminare il più possibile le tracce e l'effetto solvente che oltretutto può innescare indesiderate conseguenze nei successivi trattamenti preservanti. Ogni cura comunque dovrà prestarsi affinché le superfici non vengano eccessivamente imbibite. I prodotti da utilizzarsi potranno essere basici o acidi o sostanze attive e detergenti, quali saponi liquidi neutri non schiumosi diluiti nell'acqua di lavaggio.

Sistemi abrasivi di pulitura

Il loro impiego deve essere assolutamente localizzato e preventivamente autorizzato dalla D.L. La loro azione deve essere rivolta al solo strato alterato o patologico da rimuovere senza intaccare le superfici ritenute sane. Vengono impiegate levigatrici palmari, rotorbitali o orbitali supportanti fogli abrasivi. La carta abrasiva da impiegare dovrà essere a grana opportuna e comunque tale da garantire un risultato ritenuto sufficiente dalla D.L. mediante la granatura minima necessaria.

Pulitura degli elementi di copertura in coppi di laterizio

I coppi subiranno, successivamente alla loro rimozione e accatastamento, così come previsto dal presente Capitolato, un intervento di pulitura per mezzo di idropulitrice e/o tramite bruschinaggio con spazzole di saggina o nylon.

Pulitura del sottotetto e dell'estradosso dei solai

La pulitura generalizzata dovrà essere eseguita, successivamente alla rimozione di eventuali macerie e/o calcinacci e/o ingombri di varia natura, utilizzando spazzole, scopinetti, scope di saggina o nylon, nonché aria compressa, soprattutto per rimuovere le polveri all'interno delle fessurazioni o intrestizi del legno, e apparecchi di aspirazione.

Art. 30.5 Sostituzioni, reintegrazioni materiche e piccole riparazioni

Legnami

Il legname da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque specie esso sia, dovrà rispondere a tutte le prescrizioni di cui al D.M. 30.11.1912 e s.m.i. e alle norme UNI, UNI ISO e UNI EN vigenti; saranno provveduti fra le più scelte qualità della categoria prescritta e non presenteranno difetti incompatibili con l'uso a cui sono destinati. Il legname dovrà essere di prima categoria e di conseguenza non presentare: cipollature, legno di reazione, nodi e fibratura inclinata eccedenti i limiti massimi ammissibili. Esso dovrà altresì essere perfettamente stagionato o essiccato artificialmente, esente da aggressioni xilofaghe anche se di origine parassitaria, ed essere, per le specie giudicate poco o per nulla naturalmente durabili, trattati con preservanti in autoclave. L'alburno, di conseguenza, è ammesso solo nel caso in cui il legname venga pretrattato in autoclave. Il legname dovrà inoltre essere fornito perfettamente squadrato a quattro fili paralleli, con tolleranza di smussi non eccedenti i limiti massimi ammissibili per la prima categoria, ed esente da difetti di lavorazione o tracce di lavorazione.

Coperture

La copertura in tegole curve o coppi a secco si farà posando sulla superficie da coprire un primo strato di tegole con la convessità rivolta verso il basso, disposte a filari ben allineati ed attigui, sovrapposte per 15 cm. Su questo strato se ne collocherà un secondo, con la convessità rivolta verso l'alto, similmente accavallate per 15 cm, disposte in modo che ricoprano la connettura fra le tegole sottostanti. Le teste delle tegole in ambedue gli strati saranno perfettamente allineate sia nel senso parallelo alla gronda che in qualunque senso diagonale. I comignoli, displuvi, compluvi e colmi saranno formati con tegoloni. I tegoloni del comignolo e dei displuvi saranno diligentemente suggellati con malta e così pure saranno suggellate tutte le tegole che formano contorno delle falde, o che poggiano contro i muri, lucernari, canne da camino e simili. Le tegole che vanno in opera sulle murature verranno poste su letto di malta. La copertura di tegole sul letto di malta verrà eseguita con le stesse norme indicate per la copertura di tegole a secco; il letto di malta avrà lo spessore di 4-5 cm.

Stucature e incollaggi

Le stucature saranno effettuate, solo se prescritte dalla D.L., con cere opportunamente caricate con pigmenti, resine siliconiche o resine epossidiche caricate con fillers o polvere di legno. Le stucature o sigillature elastiche sono di estrema importanza per i successivi eventuali trattamenti preservanti e/o consolidanti: è infatti importante occludere le fessurazioni e le discontinuità profonde in genere, per evitare la fuoriuscita del prodotto. Le stucature o sigillature comunque devono garantire oltre alla compatibilità con il legno e con i trattamenti, anche un coefficiente di dilatazione paragonabile a quella del legno. Per gli interventi di particolari dimensioni sarà richiesto l'uso di adatte armature di sostegno. La resina epossidica caricata dovrà essere compatibile con il legno e quindi avere una elasticità tale da supportare le normali variazioni dimensionali del legno determinate dalla igroscopicità ed anisotropia dei ritiri. Anche il modulo elastico dovrà essere comparabile. Gli eventuali incollaggi e/o ancoraggi dovranno essere effettuati con resina epossidica pura. La resina utilizzata dovrà dare garanzia di

adesività e di forte potere collante tra le parti che comunque dovranno essere preventivamente preparate prima dell'operazione.

Art. 30.6 Trattamenti preservanti impregnanti

I preservanti impregnanti

Su tutte le parti lignee, di recupero o di sostituzione, a giudizio della D.L. si dovrà effettuare un trattamento fungicida-insetticida, mediante applicazione di idoneo prodotto ed idonea metodologia applicativa. L'impregnazione del legno è un'operazione tesa alla salvaguardia del manufatto aggredito o a rischi di aggressione da agenti patogeni xilofagi. I trattamenti preservanti del legname e i prodotti opportuni per una corretta disinfestazione dovranno in linea di massima, seguire in tutto o in parte (ma senza pregiudicare il risultato finale, le seguenti fasi:

- il preservante dovrà raggiungere direttamente le larve in modo da eliminarle;
- tutte gli elementi a classe di rischio biologico elevato (da 2 a 5) dovranno essere trattati con insetticidi e/o fungicidi fluidi ad alta penetrazione per creare una zona impregnata di principio attivo;
- il trattamento dovrà provvedere al deposito in superficie di uno strato preservante anche, e con particolare cura, all'interno delle fessure, incastri, appoggi e/o discontinuità del legno in modo tale da scongiurare la deposizione e lo sviluppo di eventuali organismi xilofagi a bonifica ultimata;
- tutto il legname che ha subito un attacco in profondità dovranno subire, successivamente al trattamento preservante, un trattamento consolidante in conformità con quanto esposto al successivo Art. 30.7. L'intervento di disinfestazione dovrà essere tale da eliminare gli agenti biotici xilofagi eventualmente presenti (batteri, funghi e insetti) e prevenire gli eventuali attacchi futuri per un periodo sufficiente di tempo.

Nel caso di aggressioni biotiche attive il trattamento dovrà essere effettuato esclusivamente nel periodo che va dalla primavera alla metà dell'estate, mentre per i trattamenti preventivi si potrà operare, fatte salve le condizioni ambientali più idonee per il loro impiego, in tutti i mesi dell'anno. Il preservante, se applicato a pennello o a spruzzo, verrà applicato ripetendo il trattamento 2-3 volte consecutive per permettere una migliore e più profonda penetrazione del prodotto. Il trattamento a pennello o a spruzzo, data la scarsa penetrazione che possono garantire (limitata in pochi millimetri) è adatto per i trattamenti preventivi e/o per i trattamenti curativi di elementi di ridotto spessore (tavolati, listelli e travicelli di sezioni ridotte) mentre per gli elementi di sezioni maggiori in cui sia stata riscontrata l'attività degli aggressori xilofagi o dove vi siano fondati sospetti della loro presenza, sarà opportuno operare con metodologie di impregnazione profonda. Sarà comunque opportuno, a meno che non diversamente specificato dalla D.L., evitare trattamenti con prodotti disciolti in acqua, benchè garantiscano una penetrazione profonda, a causa degli scompensi che potrebbero essere indotti al legname e alle conseguenze negative che potrebbero interessare le murature e gli intonaci. Gli insetticidi disciolti in solventi organici sono invece, se opportunamente impiegati, non determinano questo tipo di controindicazioni e possiedono comunque una buona capacità di penetrazione purchè il trattamento venga eseguito su legno asciutto (umidità massima del legno del 25%) e a temperature sufficienti (temperatura minima di +5°C) per mantenere la miscela sufficientemente fluida. I trattamenti a pressione o per percolazione dovranno essere preceduti da una accurata sigillatura elastica delle fessurazioni e delle discontinuità profonde in genere, eventualmente sottolivello, con cere o resine, al fine di evitare la fuoriuscita del prodotto. I preservanti da utilizzarsi dovranno comunque essere stati sperimentati e approvati dall'Istituto per la Ricerca sul Legno di Firenze e approvati dal Ministero della Sanità. In particolare dovranno garantire:

- atossicità;
- elevata capacità di penetrazione;
- resistenza ai raggi UV;
- buona inerzia chimica nei confronti dei più diffusi agenti inquinanti;
- assenza di sottoprodotti di reazione dannosi;
- non reagire negativamente nei confronti degli elementi metallici;
- trasparenza e acromia a meno che non diversamente espressamente richiesto dalla D.L.
- comprovata inerzia cromatica;
- traspirabilità al vapor d'acqua;
- assenza di impatto ambientale;
- sicurezza ecologica;
- soddisfacente compatibilità fisico chimica con il legno e agli eventuali trattamenti successivi;
- facilità di applicazione.

Due sono i parametri che sarà necessario valutare in funzione del tipo di trattamento preservante: la natura del prodotto usato e la metodologia applicativa. Il sistema di preservazione ammesso potrà essere a base di solventi organici. I metodi di applicazione del prodotto si baseranno in linea di massima sulla capacità di penetrazione per assorbimento capillare, previo una serie di misure di laboratorio e/o in sito tali da verificare la capacità di assorbimento di una data specie legnosa da trattare.

La stesura del prodotto dovrà garantire il deposito e l'assorbimento da parte del legno di almeno 350 cc di prodotto per mq e sarà preceduta da sgrassaggio con solvente compatibile per eliminare tracce di grassi, resine e/o depositi non eliminati nelle precedenti operazioni di pulitura. Per i prodotti non pronti all'uso le proporzioni tra principio attivo (fungicida e/o insetticida) e solvente dovranno essere attentamente quantificate così come prescritto dalle ditte produttrici, al fine di ottenere una idonea ed efficace miscelazione. Il loro impiego dovrà avvenire garantendo le condizioni ambientali ideali per il loro utilizzo così come prescritto dalle ditte produttrici, al fine di ottenere una idonea ed efficace effetto preservante. Il loro impiego dovrà essere attentamente vagliato dall'Appaltatore, dietro espressa richiesta della D.L. L'efficacia del procedimento di disinfestazione sarà comunque condizionata dalla sua accuratezza e soprattutto dalla reale estensione di tutta la superficie: i punti delicati saranno le zone ammorsate nella muratura e negli intonaci, le sezioni trasversali, le unioni, gli incastri, gli appoggi, fessure fori, discontinuità e difetti delle superfici in genere. Sarà indispensabile porre la massima attenzione affinché il trattamento coinvolga completamente i predetti punti anche, eventualmente, precedendo il trattamento nelle zone ammorsate, liberandole all'intorno.

Metodi applicativi

I metodi applicativi dei prodotti preservanti fluidi prevedono l'impiego di attrezzature semplici come pennelli o sistemi a spruzzo o, nei casi in cui è richiesta una penetrazione più profonda e capillare, di sistemi di iniezione a pressione. Tutti i sistemi di applicazione prevedono una accurata pulitura e neutralizzazione delle superfici da trattare per mezzo di analoghi solventi.

Applicazione a pennello

In generale nell'applicazione a pennello è necessario trattare le superfici fino al rifiuto.

Applicazione a spruzzo

Questa applicazione è analoga a quella precedente ottenuta a pennello ma permette di poter raggiungere zone (fessurazioni, appoggi, incastri e discontinuità in genere) difficilmente raggiungibili con il pennello.

Applicazione per percolamento

Un altro sistema di induzione del preservante in profondità può essere ottenuto per percolazione, a pressione ordinaria, mediante la distribuzione, lungo l'elemento da trattare, preventivamente opportunamente perforato, di distributori sulla parte superiore della superficie. Il prodotto per gravità tenderà a scendere impregnando la superficie da trattare per capillarità. La quantità di prodotto in uscita dal distributore dovrà essere calibrato in modo tale da garantire un graduale e continuo assorbimento evitando eccessi di formulato tali da coinvolgere aree non interessate.

Applicazione per iniezione

Previa perforazione o infissione si introdurranno nel legno da impregnare degli appositi iniettori con orifizio variabile tra 2 e 4,5 mm. L'iniettore avvitato in apposite boccole o conficcato mediante grossi aghi in profondità nel legno permetterà al diffusione del prodotto impregnante nelle zone più profonde. Il prodotto preservante sarà introdotto con l'aiuto di apposita apparecchiatura che sappia portare la miscela in pressione, il cui valore sarà stabilito di volta in volta in ragione dell'impregnabilità della specie da trattare e del tipo di degrado. L'apparecchiatura sarà sostanzialmente costituita da un gruppo compressore completo di un'adatta pistola che permetta di soffiare la resina negli iniettori precedentemente conficcati nel legno. Il numero delle iniezioni e la distanza fra queste nonché la loro disposizione radiale sarà quella stabilita dalla D.L. Dopo l'estrazione dell'iniettore sarà necessario ricostruire la continuità della superficie lignea mediante l'introduzione di microtappi o stucature con resina epossidica caricata con segatura di legno a meno che non si debba procedere, impiegando gli stessi fori, ad un successivo trattamento impregnante consolidante.

Trattamento per immersione

I tempi di applicazione variano in rapporto al prodotto, al sistema scelto, alla porosità e al livello di degrado del legno.

Art. 30.7 Trattamenti consolidanti e presidi strutturali

E' un'operazione complessa e delicata che necessita di un'attenta analisi del quadro patologico generale, di una approfondita conoscenza della specifica natura del degrado, dello stato di consistenza fisico-materica dei manufatti. Prima di procedere a qualsiasi opera di consolidamento di strutture lignee, l'Appaltatore dovrà eseguire le seguenti lavorazioni:

- pulizia accurata dell'elemento da consolidare che si effettuerà secondo le modalità prescritte dalla D.L e riportate al precedente Art 30.4. del presente Capitolato;
- -accertamento delle cause del degrado della struttura;
- verifica dello stato di degrado del manufatto, identificazione precisa del quadro patologico;
- analisi dettagliata delle parti da asportare e/o ripristinare;
- puntellamento della struttura che grava sugli elementi da consolidare mediante il riversamento dei carichi sulle parti sane o su murature o elementi adiacenti;
- trattamento antiruggine ed antincendio degli elementi metallici di rinforzo.

All'Appaltatore sarà vietato effettuare qualsiasi tipo di operazione e l'utilizzo di prodotti, anche prescritti, senza la preventiva esecuzione di prove applicative o esplicita autorizzazione della D.L. In ogni caso ogni intervento di consolidamento dovrà essere di carattere puntuale, mai generalizzato. Ad operazione effettuata sarà sempre opportuno verificarne l'efficacia, tramite prove e successive analisi, anche controlli periodici cadenzati nel tempo (operazioni comunque da inserire nei programmi di manutenzione periodica post-intervento). Il consolidamento del legno consiste in un intervento atto a migliorarne le caratteristiche meccaniche, in particolare la resistenza agli sforzi di compressione e pressoflessione, senza alterare patologicamente le prestazioni igrotermiche.

Il loro impiego dovrà essere limitato considerando che l'impregnazione con un consolidante non permetterà più l'impregnazione con un preservante. I trattamenti con prodotti fluidi a pressione o per percolazione dovranno essere preceduti da una accurata sigillatura elastica delle fessurazioni e delle discontinuità profonde in genere, eventualmente sottolivello, con cere o resine, al fine di evitare la fuoriuscita del prodotto.

I principali tipi di consolidamento delle opere e strutture lignee sono:

Consolidamento chimico

L'intervento può consistere in un trattamento di somministrazione in profondità di sostanze in soluzione che siano in grado, evaporato il solvente, di fissarsi al materiale elevandone i parametri di resistenza. Il consolidamento chimico si avvale di diverse categorie di prodotti, classificati in base alla composizione e alle modalità di impiego. Inoltre la loro scelta e il loro impiego dovrà essere valutato anche in base alle caratteristiche di permeabilità peculiari della specie legnosa su cui si desidera applicarlo. Nella scelta del prodotto infatti è fondamentale conoscere in modo approfondito la specie legnosa da trattare, le patologie rilevate o da prevenire e, nel caso di adeguamento funzionale a nuovi carichi e a nuovi standard di sicurezza, le nuove prestazioni funzionali che si richiedono. Poichè il recupero della coesione e della capacità resistente del materiale è il primo obiettivo del consolidamento, può sembrare opportuno ricorrere a prodotti che saturino quanto più possibile il volume dei vuoti interni del legno. E' invece consigliabile usare sostanze che occupino solo parzialmente i pori, in modo da mantenere una più ampia permeabilità al vapore ed in modo tale da mutare il meno possibile le caratteristiche di igroscopicità ed anisotropia dei ritiri tipica del legno. Come detto un altro parametro da non sottovalutare nel trattamento consolidante del legno è la profondità di penetrazione e diffusione della soluzione consolidante, che deve essere più elevata possibile, in modo da evitare, con le tecniche e metodi più opportuni ed efficaci, la formazione di uno strato solamente superficiale ad elevata resistenza o una diffusione disomogenea del prodotto. Gli obiettivi dei trattamenti consolidanti possono essere:

Consolidamento corticale

Le stesse sostanze possono essere applicate localmente o in modo generalizzato sulla superficie del materiale per ristabilire la coesione e compattezza di porzioni degradate con gli strati sani sottostanti.

Consolidamento strutturale

Il consolidamento può consistere nella messa in opera di elementi rigidi (mediante il calcolo e la realizzazione di nuovi elementi da affiancare a quelli degradati) che sollevano in parte o del tutto il materiale dalla sua funzione statica, compromessa dal degrado o inadatta a resistere ai carichi per mutate condizioni di esercizio. Le nuove strutture possono essere solidarizzate con quelle esistenti e divenire collaboranti, oppure sostituirle interamente nella funzione portante. Il consolidamento strutturale si avvale di soluzioni che vengono progettate ed elaborate caso per caso, e dimensionate secondo le leggi statiche e della scienza delle costruzioni.

I principali sistemi di consolidamento sono:

Impregnanti consolidanti

L'impregnazione consolidante del legno è un'operazione tesa a salvaguardare il manufatto degradato da agenti patogeni siano essi di natura fisica, biologica, chimica e/o meccanica. Le sostanze da impiegarsi per l'impregnazione consolidante dei manufatti potranno essere utilizzate solo successivamente agli eventuali trattamenti preservanti. Dovranno inoltre in ogni caso essere sempre utilizzate con estrema cautela, mai generalizzandone l'applicazione, limitandole di conseguenza alle sole zone degradate ma recuperabili sia dal punto di vista materico che dell'efficienza strutturale richiesta. L'operazione di impregnazione consolidante avrà lo scopo di introdurre nel legno degradato una sostanza legante, che penetrando in profondità, conferisca un aumento delle caratteristiche meccaniche del legno. Le sostanze da utilizzarsi dovrà pertanto svolgere un'azione consolidante al fine di accrescere o fornire quelle caratteristiche meccaniche di resistenza al degrado (fisico, chimico, materico, strutturale) che si sono indebolite col trascorrere del tempo o che non hanno mai posseduto. La penetrazione del consolidante, dipendente dalla specie legnosa da impregnare, dal tipo ed estensione del degrado, dalle caratteristiche del prodotto e dalla metodologia impiegata, dovrà assicurare il più possibile la sua penetrazione negli strati più interni del legno, in modo tale che il miglioramento delle caratteristiche meccaniche e di resistenza degli attacchi biologici coinvolga l'intera sezione lignea.

I prodotti da impiegarsi, dietro preventiva autorizzazione della D.L. dovranno possedere i seguenti requisiti:

- atossicità;
- elevata capacità di penetrazione;
- resistenza ai raggi UV;
- buona inerzia chimica nei confronti dei più diffusi agenti inquinanti;
- assenza di sottoprodotti di reazione dannosi;
- comprovata inerzia cromatica (comunque da verificarsi in fase applicativa);
- traspirabilità al vapor d'acqua;
- assenza di impatto ambientale;
- sicurezza ecologica;
- soddisfacente compatibilità fisico chimica con il legno;
- facilità di applicazione.

Due sono i parametri che sarà necessario valutare in funzione del tipo di consolidamento: la natura del prodotto usato e la metodologia applicativa. I sistemi di consolidamento ammessi potranno essere a base di resine acriliche in adatto solvente ma, per le caratteristiche di resistenza meccanica, i sistemi da preferirsi saranno quelli a base di resine epossidiche o poliuretatiche. I metodi di applicazione del prodotto consolidante si baseranno in linea di massima sulla capacità di penetrazione per assorbimento capillare, previo una serie di misure di laboratorio e/o in sito tali da verificare la capacità di assorbimento di una data specie legnosa da trattare. L'impregnazione dovrà garantire un netto miglioramento delle caratteristiche meccaniche, in particolare l'intervento con resine poliuretatiche dovrà portare il valore di resistenza a compressione ad almeno 2,5 volte il valore originario

I principali prodotti consolidanti sono:

Consolidanti organici

Sono polimeri sintetici, in soluzioni viscosi, ed esplicano la loro azione grazie ad un'elevata adesività. Possono essere termoplastici o termoindurenti; se termoplastici assorbono bene urti e vibrazioni e soprattutto, non polimerizzando una volta penetrati nel materiale, mantengono una certa solubilità che ne consente la reversibilità; i prodotti termoindurenti hanno invece solubilità pressochè nulla, sono totalmente irreversibili, piuttosto fragili e sensibili all'azione dei raggi ultravioletti. Hanno un vasto spettro d'impiego: per il legno i primi vengono impiegati soprattutto come consolidanti i secondi soprattutto come adesivi strutturali. Il loro impiego dovrà avvenire garantendo le condizioni ambientali ideali per il loro utilizzo così come prescritto dalle ditte produttrici, al fine di ottenere un idoneo ed efficace effetto consolidante. Possiedono però una elevata infiammabilità e una dilatazione termica diversa da quella del legno di conseguenza l'utilizzo delle resine organiche sarà sempre condizionato dalle indicazioni fornite dal progetto di conservazione e alla specifica autorizzazione della D.L. e degli organi preposti alla tutela del bene oggetto d'intervento.

Resine epossidiche

Sono prodotti termoindurenti, con buona resistenza chimica, ottime proprietà meccaniche, eccellente adesività, ma con difficoltà di penetrazione e tendenza ad ingiallire e a sfarinare alla luce solare. Devono essere a basso peso molecolare e con una viscosità intrinseca di 250 cPs, sciolte in solvente polare fino all'ottenimento di viscosità inferiore a 10 cPs. Sono prodotti bicomponenti (un complesso propriamente epossidico ed una frazione

amminica o acida) da preparare a piè d'opera e da applicare a pennello, a tampone, con iniettori o comunque sotto attento controllo dal momento che hanno un limitato tempo di applicazione. Le proporzioni tra i due componenti dovranno essere attentamente quantificate così come prescritto dalle ditte produttrici, al fine di ottenere una idonea ed efficace miscelazione. Il loro impiego dovrà avvenire garantendo le condizioni ambientali ideali per il loro utilizzo così come prescritto dalle ditte produttrici, al fine di ottenere una idonea ed efficace effetto consolidante. Il loro impiego dovrà essere attentamente vagliato dall'Appaltatore, dietro espressa richiesta della D.L.

Resine poliuretatiche

Sono prodotti termoplastici o termoindurenti, a seconda dei monomeri che si impiegano in partenza, hanno buone proprietà meccaniche e buona adesività. Mescolati con isocianati alifatici hanno una buona capacità di penetrazione nel materiale poroso (hanno bassa viscosità), sono resistenti ai raggi ultravioletti e agli inquinanti atmosferici e garantiscono un'ottima permeabilità al vapore. Si applicano a pennello o preferibilmente con iniettori. Il prodotto dovrà possedere una idrofilia accentuata per permettere la penetrazione per capillarità. Il loro impiego dovrà avvenire garantendo le condizioni ambientali ideali per il loro utilizzo così come prescritto dalle ditte produttrici, al fine di ottenere una idonea ed efficace effetto consolidante.

Resine acriliche

Sono composti termoplastici ottenuti polimerizzando gli acidi acrilico e metacrilico, hanno una scarsa capacità di penetrazione (al massimo 1 cm), sono solubili in opportuni solventi organici e hanno una buona resistenza all'invecchiamento, alla luce e agli agenti chimici. Non posseggono una adeguata resistenza meccanica ai fini strutturali di conseguenza il loro impiego è limitato ai casi di consolidamento materico e/o di finiture. Il loro impiego dovrà avvenire garantendo le condizioni ambientali ideali per il loro utilizzo così come prescritto dalle ditte produttrici, al fine di ottenere una idonea ed efficace effetto consolidante.

Metodi applicativi

I metodi applicativi dei prodotti consolidanti fluidi prevedono l'impiego di attrezzature semplici come pennelli, o sistemi a spruzzo, o nei casi in cui è richiesta una penetrazione più profonda e capillare di sistemi di iniezione a pressione. Tutti i sistemi di applicazione prevedono una accurata pulitura e neutralizzazione delle superfici da trattare per mezzo di analoghi solventi.

Applicazione a pennello

In generale nell'applicazione a pennello è necessario trattare le superfici fino al 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 soluzioni delle resine a mani di solo solvente per ridurre al minimo l'effetto bagnato.

Applicazione a spruzzo

Questa applicazione è analoga a quella precedente ottenuta a pennello.

Applicazione per percolamento

Un altro sistema di consolidamento in profondità può essere ottenuto per percolamento, a pressione ordinaria, mediante la distribuzione, lungo l'elemento da trattare, preventivamente opportunamente perforato, di distributori sulla parte superiore della superficie. Il prodotto per gravità tenderà a scendere impregnando la superficie da trattare per capillarità. La quantità di prodotto in uscita dal distributore dovrà essere calibrato in modo tale da garantire un graduale e continuo assorbimento evitando eccessi di formulato tali da coinvolgere aree non interessate.

I tempi di applicazione variano in rapporto al prodotto, al sistema scelto, alla porosità e al livello di degrado del legno.

Applicazione per iniezione

Previa perforazione o infissione si introdurranno nel legno da impregnare degli appositi iniettori con orifizio variabile tra 2 e 4,5 mm. L'iniettore avvitato in apposite boccole o conficcato mediante grossi aghi in profondità nel legno permetterà al diffusione del prodotto impregnante nelle zone più profonde. Il prodotto consolidante sarà introdotto con l'aiuto di apposita apparecchiatura che sappia portare la resina in pressione, il cui valore sarà stabilito di volta in volta in ragione dell'impregnabilità della specie da trattare e del tipo di degrado. Si inietterà resina epossidica a basso modulo elastico (massimo 30.000 kg/cmq) aspettando il suo completo assorbimento

prima di operazioni successive e cercando di evitare la formazione di bolle d'aria. L'apparecchiatura sarà sostanzialmente costituita da un gruppo compressore completo di un'adatta pistola che permetta di soffiare la resina negli iniettori precedentemente conficcati nel legno. Il numero delle iniezioni di resina e la distanza fra queste nonché la loro disposizione radiale sarà quella stabilita dalla D.L. Dopo l'estrazione dell'iniettore sarà necessario ricostruire la continuità della superficie lignea mediante l'introduzione di microtappi o stucature con resina epossidica caricata con segatura di legno.

Consolidamenti e controventature con strutture di acciaio (armature esterne)

Le strutture in acciaio dovranno rispondere alle norme del D.M. 27 luglio 1985. L'Appaltatore è tenuto a presentare, a sua cura e spese e con la firma del progettista, dello strutturista e propria, prima della fornitura dei materiali e in tempo utile per l'esame e l'approvazione del D.L.:

- il progetto esecutivo di cantiere dettagliato ai fini del collaudo e la relazione tecnica completa dei calcoli di stabilità, con le verifiche anche per la fase di fornitura, esecuzione, trasporto e posa in opera;
- il progetto esecutivo delle saldature, per il quale è fatto obbligo all'Appaltatore di avvalersi, a sua cura e spese, della consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura (I.I.S.), oppure del Registro Italiano navale (R.I.N.A.), con la redazione di apposita relazione da allegare al progetto.

Le controventature andranno effettuate successivamente alle verifiche statiche dei solai, capriate e murature secondo le disposizioni della D.L. In ogni caso qualsiasi lavoro di controventatura-irrigidimento-consolidamento di una struttura piana (sia essa orizzontale come i solai o verticale come le capriate) dovranno essere preceduti dall'individuazione delle diagonali della struttura e dall'esecuzione di perforazioni, in zone assolutamente sane o precedentemente bonificate e consolidate, di dimensioni in grado di permettere l'alloggiamento dei tiranti. Le dimensioni e il tipo di elementi metallici saranno quelle stabilite dagli elaborati di progetto.

L'Appaltatore dovrà comunicare per iscritto al D.L., prima dell'approvvigionamento, la provenienza dei materiali, in modo tale da consentire i controlli, anche nell'officina di lavorazione, secondo quanto prescritto dal D.M. 27 luglio 1985, dalle vigenti norme UNI, UNI ISO e UNI EN e da altre norme eventualmente interessanti i materiali di progetto. Il D.L. si riserva il diritto di far eseguire un premontaggio in officina per quelle strutture, sistemi o parti di esse che riterrà opportuno, procedendo all'accettazione provvisoria dei materiali entro 10 giorni dalla comunicazione dell'Appaltatore di ultimazione dei vari elementi. Prima del collaudo finale l'Appaltatore dovrà presentare una relazione dell'I.I.S. o del R.I.N.A. che accerti i controlli effettuati in corso d'opera sulle saldature e le relative modalità e strumentazioni. Durante le varie fasi, dal carico, al trasporto, scarico, deposito, sollevamento e montaggio, si dovrà avere la massima cura, affinché non vengano superati i valori di sollecitazione, sia generali, sia locali, indotti dalle varie operazioni rispetto a quelli verificati nel progetto per ciascuna singola fase, ad evitare deformazioni che possano complicare le operazioni finali di messa in opera. Particolari cautele saranno attuate ad evitare effetti deformativi dovuti al contatto delle funi e apparecchi di sollevamento. Le controfrecce da applicare alle strutture a travata andranno eseguite secondo le tolleranze di progetto. Gli eventuali fori che risultino disassati andranno alesati, e qualora il diametro del foro risulti superiore anche alla tolleranza di cui al D.M. 27 luglio 1985, si avrà cura di impiegare un bullone di diametro superiore. Nei collegamenti in cui l'attrito contribuisce alla resistenza di calcolo dell'elemento strutturale si prescrive la sabbatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione. Nelle unioni bullonate l'Appaltatore effettuerà un controllo di serraggio sul 10% del numero dei bulloni alla presenza del D.L. I piani d'appoggio dall'andamento normale alla direttrice delle diagonali, dovranno essere predisposte in corrispondenza dei fori d'uscita e spianati con malta cementizia per poter consentire la successiva collocazione delle piastre d'ancoraggio. L'Appaltatore dovrà eseguire il fissaggio dei tiranti alla piastra metallica secondo le indicazioni della D.L. mediante cunei o dadi. Nel caso in cui si impiegheranno i cunei la parte terminale del tirante dovrà avere una sezione piatta in cui si praticherà un'asola. Utilizzando i dadi, il tirante dovrà terminare con una sezione tonda alla quale verrà applicata la piastra di ancoraggio preventivamente forata. I tiranti saranno pretesi e collegati rispettivamente ad ogni trave della struttura a mezzo di cravatte metalliche ripiegate ad U e chiodate. Se previsto dagli elaborati di progetto si potranno realizzare tiranti metallici a coda di rondine di collegamento ai muri perimetrali. Si eseguirà un foro di forma tronco-conica nel muro, la successiva posa in opera di un tirante in acciaio collegato, ad un estremo, alla trave mediante chiodatura o bullonatura, all'altro estremo da una gabbia di tondino di forma tronco-conica da alloggiare nel foro. Infine i lavori si concluderanno con la risarcitura dei fori della muratura con malta cementizia.

Verniciature

Tutte le strutture in acciaio andranno protette contro la corrosione mediante un ciclo di verniciatura, previa spazzolatura meccanica o sabbatura di tutte le superfici, fino ad eliminazione di tutte le parti ossidate. Un ciclo

di verniciatura sarà costituito da un minimo di tre strati di prodotti vernicianti mono o bicomponenti indurenti per filmazione chimica e filmazione fisica.

Art. 30.8 Protesi

Le protesi, siano esse lignee (in legno massello o in legno lamellare) che in resina epossidica, saranno da effettuarsi in casi particolari, quando non si possa assolutamente intervenire con altri sistemi atti a garantire la sopravvivenza del manufatto oggetto d'intervento utilizzando elementi in grado di scaricare parzialmente od integralmente (lavorando in parallelo e/o in modo collaborante con gli stessi) il manufatto dal carico proprio o che sostiene. Sarà sempre opportuno verificare lo stato di consistenza fisico materica del manufatto, così pure la sua effettiva efficienza statica, prima di effettuare qualsiasi operazione sostitutiva e/o consolidante. La parte di legno eccessivamente degradata e rimossa dovrà essere reintegrata con materiali dalle caratteristiche chimico-fisico-meccaniche, nonché di durabilità, il più possibile simili a quelle del legno sano.

Protesi lignee

Si cercherà sempre primariamente di intervenire con metodi leggeri che impieghino il legno in prima istanza, utilizzando le tradizionali tecniche di sostituzione tramite incalci della stessa specie o di specie più durabile a discrezione della D.L., o con nuove strutture di supporto quali mensole, puntoni e satette opportunamente incastrati, reggiati e/o chiodati alle porzioni di travi esistenti. Esse saranno comunque sempre da utilizzarsi secondo le modalità di progetto, dietro specifiche indicazioni della D.L. e sotto il controllo degli organi preposti alla tutela del bene oggetto di intervento. Previa puntellatura della struttura, l'Appaltatore dovrà provvedere alla rimozione, nelle zone di contorno, parti di assito, del manto di copertura con i relativi tavolati o listelli di supporto, strati impermeabilizzanti, travetti di ripartizione e di parti della muratura che ammorsano la struttura. Dietro indicazioni della D.L. dovrà rimuovere le parti di legno eccessivamente degradate. Si procederà successivamente alla realizzazione della protesi che verrà assemblata in opera attraverso perforazioni passanti, aventi l'inclinazione prescritte dagli elaborati di progetto, tra parte sana dell'elemento da reintegrare e protesi entro cui fare passare l'elemento di bloccaggio sia esso costituito da viteria inossidabile o barre in vetroresina annegate in resina epossidica così come prescritto dagli elaborati di progetto e su indicazioni della D.L. Le barre o la viteria, inserite negli appositi distanziatori e ben centrate, andranno applicate all'interno dei fori preventivamente puliti da ogni residuo di perforazione tramite aspirazione e/o insufflaggio. Il legname di reintegro, si esso massello che lamellare, dovrà essere di prima categoria e se insufficientemente durabile o impiegato nelle classi di rischio più severe dovrà essere preventivamente trattato con preservanti in autoclave o per immersione. Specifiche indicazioni a proposito saranno fornite all'Appaltatore da specifici elaborati di progetto e alla D.L.

Protesi in resina sintetica

In casi particolari dietro specifica richiesta della D.L. si potranno ricostruire parti in legno mediante conglomerati di resina e protesi costituite da barre di resina poliesteri rinforzata con fibre di vetro; la sezione e la distribuzione delle barre saranno quelle prescritte dagli elaborati di progetto od ordinate dalla D.L. Esse saranno comunque sempre da utilizzarsi secondo le modalità di progetto, dietro specifiche indicazioni della D.L. e sotto il controllo degli organi preposti alla tutela del bene oggetto di intervento. Previa puntellatura della struttura, l'Appaltatore dovrà provvedere alla rimozione, nelle zone di contorno, parti di assito, del manto di copertura con i relativi tavolati o listelli di supporto, strati impermeabilizzanti, travetti di ripartizione e di parti della muratura che ammorsano la struttura. Dietro indicazioni della D.L. dovrà rimuovere le parti di legno eccessivamente degradate. Se espressamente richiesto, dovrà rimanere inalterato lo tratto esterno del legno in modo da non creare danni ad eventuali zone pregevoli decorate e/o intarsiate e per non interrompere la venatura naturale del legno. Si dovranno successivamente praticare nel legno sano dei fori aventi la profondità e l'inclinazione prescritte dagli elaborati di progetto. Le barre, inserite negli appositi distanziatori e ben centrate, andranno applicate all'interno dei fori preventivamente puliti da ogni residuo di perforazione tramite aspirazione e/o insufflaggio. Si potranno utilizzare, solo dietro specifica autorizzazione della D.L., betoncini di resina il cui inerte sarà costituito da un composto ben amalgamato di trucioli di legno e farina di canne o altre sostanze vegetali secche, assolutamente monde da impurità e compatibili con le resine. Le resine dovranno presentare alcune caratteristiche di base garantendo elevate resistenze meccaniche e chimiche, ottime proprietà di adesione, veloce sviluppo delle proprietà meccaniche, buona lavorabilità a basse ed elevate temperature, sufficiente tempo di presa. Si dovranno confezionare miscelando adatti inerti, con le resine sintetiche ed i relativi indurenti. Per la preparazione e l'applicazione delle protesi ci si dovrà strettamente attenere alle schede tecniche dei produttori, che dovranno altresì fornire tutte le specifiche relative allo stoccaggio, al tipo di materiale, ai mezzi da utilizzarsi per l'impasto e la miscelazione, alle temperature ottimali di utilizzo e di applicazione. Per i formulati a due componenti sarà

necessario calcolare con precisione il quantitativo di resine e di indurente attenendosi, con la massima cura ed attenzione, alle specifiche del produttore. Resta in ogni caso assolutamente vietato regolare il tempo di indurimento aumentando o diminuendo la quantità di indurente. Si dovrà comunque operare con le migliori condizioni atmosferiche, applicando il conglomerato preferibilmente con temperature dai 12 ai 20°C, umidità relativa del 40-60%, evitando l'esposizione al sole. Materiali e superfici da reintegrare mediante protesi dovranno essere asciutti ed opportunamente preparati tramite accurata pulitura. Per il getto in opera si utilizzeranno casseforme lignee le cui dimensioni dovranno essere quelle prescritte dal progetto o richieste dalla D.L. Queste verranno preventivamente trattate all'interno con prodotti disarmanti. Il getto del betoncino si eseguirà conformemente alle indicazioni fornite dalla ditta produttrice e/o alle norme relative al confezionamento delle resine sintetiche. L'Appaltatore, se richiesto, dovrà iniettare contemporaneamente al getto paste fluide di resina o di altri composti analoghi. L'applicazione delle miscele dovrà essere sempre effettuata nel pieno rispetto e con tutte le precauzioni di ordine igienico-sanitario, delle vigenti norme sulla salute e salvaguardia degli operatori e dell'ambiente. Le casseforme andranno rimosse solo a presa avvenuta e la puntellatura potrà essere dismessa solo dopo la maturazione delle sostanze leganti.

Art. 31. CONSOLIDAMENTO E CONSERVAZIONE DI STRUTTURE E MANUFATTI IN FERRO

Art. 31.1 Generalità

Prima di mettere in atto qualsiasi intervento di consolidamento di strutture in ferro, l'Appaltatore dovrà effettuare tutte quelle operazioni atte alla realizzazione dell'opera in regime di massima sicurezza tra le quali il puntellamento dell'intera struttura interessata o, ad esclusiva discrezione della D.L., solo delle zone in cui si andrà a realizzare il consolidamento.

Andranno quindi effettuate la demolizione e la rimozione manuale, delle limitrofe ai lavori al fine di scoprire le ali e le anime delle putrelle. Si opererà quindi la pulitura al metallo bianco delle putrelle con mola a smeriglio o con i sistemi indicati dalla D.L. al fine di eliminare qualsiasi residuo di malta e/o di ruggine, la successiva sgrassatura.

A questo punto si potrà effettuare la sostituzione parziale e totale degli elementi di alleggerimento ed il miglioramento del sistema di ancoraggio delle putrelle ai muri, come richiesto e specificato dagli elaborati di progetto.

Art. 31.2 Consolidamento estradossale di struttura piana con staffatura delle travi

L'Appaltatore, rimossi i pavimenti ed il sottofondo fino al rinvenimento dell'ala della putrella e dell'estradosso del piano del laterizio, dovrà demolire, in presenza di volterrane o pignatte, il diaframma delle celle contigue al ferro per tutta la sua lunghezza. Si rinforzeranno in seguito le putrelle mediante il fissaggio di staffe (legate e saldate ai bordi dell'ala) che, posizionate lungo l'intera lunghezza della trave (o almeno di un terzo della luce da entrambe le parti), dovranno avere l'interasse (15-20 cm) e l'inclinazione (45 gradi sull'orizzonte) prescritti dagli elaborati di progetto od ordinati dalla D.L.

Eseguirà, infine, dopo aver irrorato con acqua il piano laterizio, un getto di calcestruzzo in modo da ricoprire uniformemente l'ala superiore delle travi.

Art. 31.3 Consolidamento intradossale di struttura piana con nuovo sistema di travi in ferro

Sarà fatto obbligo all'Appaltatore, in caso di consolidamento di strutture ad orditura semplice, collocare in opera travi rompi tratta posizionandole ortogonalmente rispetto alle esistenti. Nel caso di consolidamento di strutture ad doppia orditura, si dovrà accoppiare al sistema primario uno secondario, lungo la direzione delle travi esistenti.

In entrambi i sistemi, il collegamento fra gli elementi metallici sarà realizzato interponendo un'ideale piastra di ripartizione e saldando le travi fra di loro.

I profili, le sezioni, gli interassi ed i sistemi di collegamento delle teste delle travi alla muratura saranno quelli stabiliti dagli elaborati di progetto.

Art. 31.4 Consolidamento estradossale di struttura piana mediante realizzazione di cappa in cemento armato

Eseguite le rimozioni e le demolizioni prescritte secondo le indicazioni della D.L., l'Appaltatore dovrà saldare alle putrelle dei tondini di ferro distanziandoli fra loro di circa 10-15 cm. o dei tondini sagomati a zig-zag in modo da realizzare un'efficace coazione fra le travi preesistenti e la cappa armata.

Dovrà in seguito sovrapporre al piano della struttura un'armatura incrociata e predisporre il prescritto numero di collegamenti ai muri perimetrali. Tale armatura dovrà avere la sezione e la maglia prescritta dagli elaborati di progetto o stabilita dalla D.L.

Il getto di calcestruzzo verrà eseguito e distribuito in modo uniforme solo dopo abbondante irrorazione con acqua dell'estradosso

Art. 31.5 Opere di conservazione: generalità

È opportuno sottolineare il fatto che prima di operare qualsiasi intervento conservativo su manufatti in ferro saranno da verificare le effettive necessità di tale operazione. Un buon intervento protettivo non implica infatti necessariamente l'asportazione delle vecchie pitturazioni, potendo procedere in alcuni casi (operate le opportune opere di pulitura superficiale) alla sovrappittura.

Se una pulitura radicale dovrà essere eseguita essa sarà condotta solo dove effettivamente necessario, con prodotti o sistemi svernicianti debolmente aggressivi, prediligendo sistemi ad azione lenta, ripetendo eventualmente l'operazione più volte.

Nel caso di manufatti fortemente ossidati, si dovranno effettuare operazioni atte ad eliminare completamente ogni residuo di ruggine. Sostanza igroscopica e porosa, la ruggine viene facilmente contaminata dalle sostanze corrosive (anidride solforosa, cloruri, ecc.) accelerando così fortemente il processo corrosivo in atto. I sistemi protettivi da utilizzare dovranno essere scelti in relazione alla natura dell'aggressione che potrebbe essere esercitata, ovvero dell'ambiente nel quale è immerso il manufatto in ferro. La natura dell'aggressione potrà essere: chimica, (acidi, alcali, sali, solventi, ecc.) termica, atmosferica (umidità, pioggia, neve, raggi solari ecc.), meccanica (abrasioni, urti, vibrazioni ecc.). In effetti poiché tali azioni aggressive potranno anche essere combinate tra loro, la scelta del rivestimento, dovrà essere in funzione della peggiore situazione che potrà presentarsi. Una efficace protezione anticorrosiva dovrà comprendere tutte le seguenti operazioni, e comunque solo dietro indicazioni della D.L. potrà essere variata in qualche fase:

- preparazione ed eventuale condizionamento della superficie;
- impiego dei mezzi e delle tecniche più appropriate di stesura;
- scelta dei rivestimenti protettivi più idonei e loro controllo.

Art. 31.5.1 Metodo per la preparazione ed eventuale condizionamento delle superfici

La superficie metallica che riceverà il film di pittura protettiva dovrà essere stata resa idonea ad offrire le massime possibilità di ancoraggio. Occorrerà pertanto ripulire la superficie da tutto ciò che è estraneo alla sua natura metallica, in quanto sia gli ossidi che i sali, che la ruggine, pregiudicano ogni efficace sistema protettivo. I metodi ammessi per la preparazione delle superfici d'acciaio su cui andrà applicato il rivestimento protettivo sono i seguenti: pulizia manuale, pulizia meccanica, sabbiatura. Per l'eliminazione di sostanze estranee e dannose come olio, grasso, sudiciume ed altre contaminazioni della superficie dell'acciaio si potrà fare uso di solventi, emulsioni e composti detergenti. La pulizia con solventi andrà effettuata precedentemente all'applicazione delle pitture protettive ed eventualmente contempo raneamente ad altri sistemi di preparazione delle superfici dell'acciaio.

Pulizia manuale - La pulizia manuale sarà utilizzata quando si riferisca un lavoro accurato e basato sulla sensibilità operativa di maestranze specializzate, oppure per quei punti non accessibili agli utensili meccanici.

Prima di iniziare la pulizia manuale bisognerà esaminare la superficie per valutare la presenza di olio, grasso o altri contaminanti solubili. In tal caso la pulizia con solventi adatti precederà ed eventualmente seguirà, quella manuale.

Gli utensili necessari per la pulizia manuale saranno costituiti da spazzole metalliche, raschietti, scalpelli, martelli per la picchiettatura, tela smeriglio e carta vetrata, oppure utensili speciali sagomati in modo da poter penetrare negli interstizi da pulire. Le spazzole metalliche potranno essere di qualsiasi forma e dimensione mentre le loro setole saranno di filo di acciaio armonico. I raschietti dovranno essere di acciaio temperato e mantenuti sempre acuminati per garantirne l'efficienza. L'attrezzatura ausiliaria comprenderà spazzole per polvere, scope, raschietti convenzionali nonché il corredo protettivo per l'operatore. Le scaglie di ruggine verranno asportate mediante impatto calibrato con il martello da asporto, la ruggine in fase di distacco sarà viceversa asportata mediante una adeguata combinazione delle operazioni di raschiatura e spazzolatura. La pulizia manuale di superfici pitturate (anche parzialmente) dovrà prevedere l'asportazione di tutta la pulitura in fase di distacco, oltre a qualsiasi formazione di ruggine e di incrostazioni.

A lavoro ultimato, la superficie dovrà essere spazzolata, spolverata e soffiata con aria compressa per togliere tutti i depositi di materiale staccato, quindi sgrassata. L'applicazione della pittura di fondo dovrà avvenire nel più

breve tempo possibile con pitture di fondo con buone caratteristiche di bagnabilità, come quelle il cui veicolo sia olio di lino puro.

Pulizia meccanica - La pulizia meccanica comporta una superficie di solito più pulita di quella ottenuta con la pulizia manuale, tuttavia sarà necessario porre la massima cautela per evitare di interessare zone non volute di metallo. Le apparecchiature più adatte alla pulizia meccanica sono: spazzole metalliche rotanti, utensili rotanti ad impatto mentre sarà sconsigliabile l'uso di mole abrasive perché giudicato troppo irruento.

Spazzole metalliche rotanti - I fili della spazzola dovranno possedere sufficiente rigidità per asportare le scaglie di ruggine staccate, le vecchie pitture, i depositi di sporcizia. La scelta della forma (a coppa o a disco) e del tipo di filo sarà basata sulle condizioni della superficie da pulire. Per la pulizia degli angoli si useranno speciali spazzole a fasce radiali usate anche per pulire efficacemente attorno alle teste dei chiodi ed alle superfici molto irregolari. Non bisognerà comunque fare uso di velocità troppo elevate come pure sarà necessario che la spazzola non venga tenuta sullo stesso punto per lungo tempo, in quanto potrebbero verificarsi bruciature superficiali che danno alla superficie un aspetto vetroso e levigato che offre un ancoraggio molto scarso alla pittura protettiva. Prima di iniziare la pulizia meccanica, con spazzole sarà necessario esaminare se sulla superficie via siano depositi di olio, grasso o altri contaminanti solubili, nel qual caso la pulizia meccanica andrà preceduta da un robusto intervento con solventi.

Utensili rotanti ad impatto - Potranno essere utilizzati anche speciali utensili meccanici ad impatto, speciali raschietti e scalpelli da montare su apparecchiature elettriche e pneumatici. Un tal modo di intervenire sarà particolarmente utile quando alla superficie metallica dovranno essere asportati spessi strati di ruggine, scaglie, vecchi e spessi strati di pittura. Facendo uso di questi utensili si dovrà fare molta attenzione a causa della possibilità che l'utensile intagli la superficie asportando metallo sano e lasciando sulla superficie stessa delle punte di bava acute, punti questi in cui lo strato di pittura protettiva potrà staccarsi e cadere prematuramente. Un inconveniente non secondario che deriva dall'uso di questi strumenti per la pulizia di superfici d'acciaio è legato al fatto che la superficie, in caso di disattenzione operativa, potrebbe risultare troppo ruvida per una soddisfacente applicazione della pittura. Per queste ragioni l'uso di utensili rotanti ad impatto dovrà essere limitato a casi eccezionali.

Le superfici pulite con metodo meccanico dovranno subire l'applicazione di pittura di fondo nel più breve tempo possibile, per evitare gli effetti nocivi degli agenti atmosferici. Sarà necessario che le pitture di fondo abbiano buone caratteristiche di bagnabilità come quelle, ad esempio il cui veicolo sia costituito da olio di lino puro.

Sabbatura - Due sono i metodi principali di sabbatura: per via umida e a secco. Il metodo per via umida si differenzia da quello a secco per il fatto che nella polvere abrasiva viene introdotta dell'acqua o una soluzione di acqua e inibitore di corrosione. Il metodo per via umida presenta il vantaggio di ridurre al minimo la produzione di polvere, ma non sempre sarà utilizzabile. In effetti le strutture metalliche che presentano un gran numero di recessi formati da profilati e giunzioni, con cavità verso l'alto non si prestano ad una sabbatura umida in quanto la sabbia bagnata e gli altri residui tenderanno ad annidarsi negli anfratti e richiedere quindi un accurato lavaggio successivo. La presenza di acqua tenderà poi alla formazione di ruggine anche impiegando composti antiruggine in aggiunta all'acqua della sabbatura o di lavaggio. Secondo il procedimento di sabbatura a secco l'acciaio potrà essere pulito completamente dalla ruggine anche in profondità, rimanendo, ad eccezione dei casi in cui piova, assolutamente asciutto ed esente da corrosione per parecchie ore, permettendo di avere a disposizione un periodo di tempo sufficientemente lungo per l'applicazione del rivestimento protettivo.

Si distingueranno quattro gradi di pulizia delle superfici di acciaio ottenibili mediante sabbatura:

- *Sabbatura a metallo bianco*. Si riferisce alla completa asportazione di tutti i prodotti di corrosione, di tutte le tracce di vecchie pitture, di tutte le impurità della superficie metallica. Dal processo di dovrà ottenere una superficie di color grigio chiaro, di aspetto uniforme e una ruvidità tale da garantire la perfetta adesione degli strati di pittura che verranno applicati.
- *Sabbatura al metallo quasi bianco*. Si riferisce alla quasi totale asportazione di tutti i prodotti di corrosione, di tutte le tracce di vecchie pitture e impurità superficiali. è ammesso che sulla superficie possano rimanere piccole chiazze di colore leggermente diverso.
- *Sabbatura commerciale*. Si riferisce ad una operazione di sabbatura buona ma non perfetta che impone l'asportazione di tutta la ruggine e di materia estranea alla superficie metallica.

La superficie non sarà necessariamente uniforme sia in termini di pulizia che di aspetto.

- *Sabbatura grossolana*. Si riferisce all'operazione di sabbatura secondo la quale vengono asportate tutte le scaglie libere di ruggine, mentre vengono lasciate sia la ruggine aderente che gli strati di vecchia pittura.

Gli abrasivi utilizzabili nelle operazioni di sabbatura saranno a base di sabbia silicea, pallini e granuli macinati di ghisa o acciaio. Le sabbie dovranno essere esenti da argilla e da polvere. Il materiale abrasivo dovrà essere sufficientemente duro per compiere la desiderata azione di pulizia e tenace per resistere alle sollecitazioni di

rottura. La sabbia silicea sarà comunque da preferirsi qualora si ritenga di non eccedere nella profondità della sabbiatura ovvero si desideri un'azione più delicata o graduale.

L'abrasivo metallico sarà utilizzato solamente nel caso in cui si debbano asportare vecchie pitturazioni a durezza molto elevata che sarebbe difficoltoso asportare mediante l'abrasivo siliceo.

Per le operazioni di sabbiatura, la pressione dell'aria, il diametro dell'ugello e il tipo di abrasivo saranno scelti in funzione al tipo di superficie e dai materiali che si dovranno asportare. Le procedure da seguire per i vari gradi di sabbiatura sono descritte nelle specifiche tecniche precedentemente citate che comunque costituiscono parte integrante del presente Capitolato Speciale.

Art. 31.5.2 Pretrattamento o condizionamento dell'acciaio

Per tutti quei ferri esposti agli agenti atmosferici o comunque in ambienti ricchi di umidità, sarà necessario effettuare un pretrattamento dei ferri puliti, prima dell'applicazione della mano di fondo. I pretrattamenti potranno essere dei seguenti due tipi:

Pretrattamento chimico o fosfatizzazione a freddo - Consisterà nel trattare l'acciaio con una miscela di acqua, acido fosforico, agenti bagnanti, olio solvente solubile in acqua, la precedente miscela andrà poi sciolta in rapporto 1:3 in acqua. Per una corretta applicazione si dovrà ottenere entro pochi minuti una superficie asciutta, polverosa e di colore grigio biancastro, ciò indicherà che l'acido fosforico ha reagito correttamente e che la miscela aveva l'esatta composizione. Operando in ambienti ad elevata umidità, la superficie alla quale si applicherà il pretrattamento, necessiterà di tempi più lunghi per essiccare e dar luogo alla reazione completa. Prima del pretrattamento bisognerà verificare che la superficie sia esente da ruggine e perfettamente pulita.

Pretrattamento con wash primers - Per wash primer si intende una composizione protettiva che formerà sulla superficie metallica un complesso costituito da una pellicola inorganica e/o organica, derivante da una serie di reazioni tra i componenti essenziali del wash primer e cioè acido fosforico, pigmenti da cromati inorganici e resina polivinilbutirralica. La pellicola inorganica risulterà dalla reazione tra metallo e componenti solubili del wash primer e dovrà depositarsi a contatto del metallo, mentre la pellicola organica si depositerà sulla prima per evaporazione del solvente. Il sistema dovrà possedere le seguenti proprietà: prevenire o ritardare la corrosione del metallo; agganciarsi saldamente all'acciaio permettendo l'adesione e l'integrità dei successivi cicli di rivestimento; permettere una protezione temporanea fino a quando non saranno applicate le pitture anticorrosive e le mani di finitura. Sarà ammesso l'uso di wash primers di tipo reattivo o di tipo non reattivo. Il primo sarà a base di pigmento terossicromato di zinco.

Il secondo tipo di pigmento sarà a base di fosfato di cromo; saranno comunque ammessi wash primers contenenti resina fenolica e/o fenossidica. Il tipo di wash primers da utilizzare sarà comunque vincolato dalla sua compatibilità con i cicli di pitturazione protettiva successivi. In linea di massima sarà richiesta una preparazione preventiva a base di sabbiatura almeno commerciale, in ogni caso sarà necessario che il metallo (anche non sabbiato) sia pulito e sgrassato accuratamente, non presenti tracce di ruggine, vecchie pitturazioni o comunque sostanze estranee. Il wash primers andrà applicato sulle superfici metalliche a spruzzo o a pennello, sarà da preferirsi l'applicazione a pennello in caso di ambiente particolarmente umido. Andrà applicato in un solo strato per uno spessore mediamente compreso fra 8 e 12 micron. Sia la fosfatizzazione a freddo che il wash primers non sono dei fondi veri e propri ma dei pretrattamenti a cui bisognerà far seguire, il più presto possibile, l'applicazione della pittura anticorrosiva che è stata scelta.

Art. 31.5.3 Mezzi e tecniche di applicazione dei rivestimenti protettivi

La scelta del sistema di applicazione sarà tesa a garantire la correttezza dell'operazione, lo spessore dello strato protettivo in funzione del tipo di intervento e di manufatto su cui andrà ad operare.

Pennello - Salvo casi particolari, la prima mano dovrà in ogni caso, essere data a pennello, per ottenere una buona penetrazione della pittura per azione meccanica. I pennelli dovranno essere di ottima marca, fabbricate con setole vulcanizzate o sintetiche, dovranno essere ben imbevuti di pittura, evitando tuttavia che questa giunga alla base delle setole; le pennellate saranno date con pennello inclinato a 45 gradi rispetto alla superficie e i vari strati di pittura saranno applicati incrociati e cioè ognuno in senso normale rispetto al precedente. Ad ogni interruzione del lavoro, i pennelli dovranno essere accuratamente puliti con apposito diluente.

Spruzzo - L'applicazione a spruzzo sarà in linea di massima esclusa per la prima mano. Per ottenere una buona pitturazione a spruzzo sarà necessario in primo luogo regolare e mettere a punto l'afflusso dell'aria e della pittura

alla pistola, in modo da raggiungere una corretta nebulizzazione della pittura stessa. In tal senso sarà necessaria una giusta scelta della corona per l'aria e dell'ugello spruzzatore, in funzione del tipo di pittura da spruzzare.

Inoltre bisognerà ottenere un corretto rapporto tra aria e pittura. In termini operativi sarà necessario che l'ugello della pistola sia tenuto costantemente ad una distanza di circa 20/25 cm dalla superficie e che una corretta operazione di spostamento della pistola comporti che lo spruzzo rimanga sempre perpendicolare alla superficie da pitturare. L'attrezzatura consisterà in una pistola a spruzzo, tubi flessibili per il trasporto dell'aria e delle pitture, serbatoio di alimentazione dell'aria compressa, compressore, riduttore di pressioni e filtro per mantenere costantemente la pressione dell'aria e asportarne l'umidità, sostanze grasse ed altre impurità.

Prima dell'applicazione la pittura dovrà essere accuratamente mescolata per ottenere una perfetta omogeneizzazione, operazione questa della massima importanza per evitare che le prime mani di pittura risultino ricche di veicolo e povere di pigmento. La diluizione delle pitture dovrà essere fatta con solventi prescritti per ciascuna pittura, per evitare alterazioni delle caratteristiche fisico-chimiche delle stesse. La temperatura ambiente e quella delle superfici da pitturare dovrà stare nei limiti prescritti per ciascuna pittura; lo stato igrometrico ambientale dovrà aggirarsi sui 65/70% di U.R. e non dovrà passare assolutamente l' 85%, nel qual caso sarà necessario rimandare l'operazione in giorni con condizioni ambientali ottimali. Le superfici non dovranno assolutamente presentare umidità ed eventualmente sospendere la pitturazione (esterna) in caso di pioggia. L'opportunità di ultimare il più rapidamente possibile l'applicazione dei vari strati di pittura protettiva, non dovrà far trascurare il fatto che ciascuna mano di pittura dovrà raggiungere un adeguato grado di durezza e di essiccazione prima di applicare la mano successiva.

Anche con tempo particolarmente favorevole, il periodo di essiccazione o essiccatura, non dovrà essere inferiore a quella prescritta per il ciclo utilizzato.

Art. 31.5.4 Rivestimenti protettivi e cicli di pitturazione. Caratteristiche e composizione dei cicli protettivi

Le pitture saranno costituite da una parte liquida (veicolo) e da una parte solida (pigmento e riempimento) secondo le seguenti peculiarità. Il veicolo sarà costituito da:

- *Leganti* - Saranno costituiti da oli, resine naturali, sintetiche ed elastomeri.
- *Plastificanti* - Saranno tali da garantire elasticità e flessibilità del film.
- *Solventi e diluenti* - Avranno lo scopo di solubilizzare i leganti conferendo alle pitture le caratteristiche ottimali di applicazione: idrocarburi alifatici e/o aromatici, alcool, esteri, chetoni, ed eventualmente acqua.
- *Additivi e ausiliari* - Impartiranno alla pittura caratteristiche particolari per ottimizzarne le prestazioni: essiccativi, sospensivi, agenti che favoriscono la bagnabilità del supporto, antiossidante, agenti dilatanti, stabilizzatori di resina ecc.

Viceversa i pigmenti e riempitivi saranno costituiti da sostanze finemente disperse nel veicolo e si suddividono in:

Attivi - I quali dovranno possedere capacità di bloccare il processo corrosivo attraverso uno dei seguenti meccanismi:

- protezione catodica conferita da polveri di zinco, piombo ecc. che si sacrificano a vantaggio del ferro fornendogli una protezione di natura elettrochimica;
- azione passivante esercitata da pigmenti a base di fosfati metallici fornenti ioni che reagiscono con il metallo riducendone la tendenza alla corrosione;
- azione ossidante esercitata da pigmenti in grado di ossidare ioni ferrosi e ferrici dando luogo a prodotti ossidati a stretto contatto con il supporto (vari tipi di cromati, minio di piombo).

Inerti - Saranno caratterizzati da elevata resistenza chimica e agli agenti atmosferici, riducendo la permeabilità intrinseca del veicolo. I pigmenti inerti comprenderanno ossidi metallici (biossido di titanio, ossido di ferro, ossido di cromo), sali inorganici, pigmenti organici, nero fumo, grafite, ecc.

Art. 32. CONSOLIDAMENTO DI VOLTE IN MURATURA

Art. 32.1 Generalità

Valgono a tal fine tutte le raccomandazioni di cui all'ART. 18.10 del presente Capitolato.

Prima di procedere all'operazione di consolidamento, l'Appaltatore dovrà svolgere le seguenti lavorazioni:

- *Puntellatura* - Sigillate accuratamente tutte le lesioni intradossali con le modalità e con i materiali prescritti, l'Appaltatore dovrà sostenere la struttura realizzando un sistema di centine simile a quello utilizzato per la costruzione delle volte. Provvederà quindi alla realizzazione di adeguate sbadacchiature.
Le parti di volta, affrescate o decorate, a contatto con i puntelli, dovranno essere protette con i sistemi ritenuti più idonei dalla D.L.
- *Rimozione* - Tutte le rimozioni dovranno essere effettuate manualmente e dovranno procedere per successivi strati paralleli a partire dalla zona di chiave sino a raggiungere l'esterno della volta avendo cura di preservare l'integrità dei materiali. Si inizierà la rimozione degli elementi delle volte a botte procedendo per tratti di uguale dimensione a partire da ambedue i lati della generatrice superiore fino a raggiungere i rinfianchi.
Per le volte a padiglione, invece, l'Appaltatore dovrà partire dal centro seguendo le generatrici lungo i quattro fronti. Infine, per le volte a crociera si procederà secondo la direzione degli anelli fino ad arrivare al livello di imposta.
- *Pulizia della faccia estradossale* - L'Appaltatore dovrà pulire l'estradosso delle volte rimuovendo con spazzole di saggina, raschietti, aria compressa aspiratori o altri sistemi ritenuti idonei dalla D.L., le malte leganti degradate, i detriti di lavorazione e tutto ciò che potrebbe in qualche modo danneggiare i successivi interventi di consolidamento.

Art. 32.2 Consolidamento di volte in muratura mediante posa di rinfianchi cellulari

Prima di dare il via ad operazioni consolidanti l'Appaltatore dovrà sigillare i giunti colando o iniettando nel loro interno le malte prescritte; a tal fine potrà utilizzare, dietro autorizzazione della D.L., sistemi a bassa pressione che consentano il controllo e la graduazione della pressione.

Se espressamente richiesto dalla D.L. o dagli elaborati di progetto l'Appaltatore dovrà riparare le eventuali lesioni esistenti con reticoli cementati, rispettando le modalità e le indicazioni prescritte dall'ART. 26.3 del presente capitolato.

La costruzione dei rinfianchi cellulari si eseguirà tramite frenelli in muratura di mattoni o in cemento armato posizionati normalmente alle generatrici delle falde.

Il sistema di rinfianco, l'interasse e la dimensione dei frenelli saranno quelli prescritti dagli elaborati di progetto. Il collegamento tra i rinfianchi e l'estradosso della volta dovrà essere realizzato tramite chiodi metallici o barrette di acciaio ad aderenza migliorata immersi in resina infissi lungo la superficie di contatto dei muretti con la volta, previa perforazione dei conci. Questa operazione potrà essere effettuata unitamente a quella prevista all'art.32.4.

Le camere d'aria del sistema cellulare non dovranno essere a chiusura ermetica, ma comunicanti tramite opportuni spiragli realizzati nei diaframmi, nei muri o nella volta stessa.

Si potranno ricavare dietro indicazioni della D.L. delle opportune aperture tali da consentire il passaggio delle canalizzazioni.

Art. 32.3 Consolidamento di volte in muratura mediante iniezioni di conglomerati

Tali operazioni faranno sempre riferimento a specifici elaborati di progetto che daranno indicazioni sulla profondità ed inclinazione delle perforazioni da effettuare, sui sistemi di iniezione, sui tipi di leganti (regolamentati dall'art.26.2 del presente capitolato) e sulle pressioni di esercizio. Le perforazioni si eseguiranno sull'estradosso della volta mediante attrezzi a bassa rotazione.

Le iniezioni di conglomerati speciali (resine, miscele additivate, ecc.) si dovranno eseguire manualmente utilizzando imbuto o idonei ugelli e iniettando la malta fino a saturazione, riempiendo tutte le soluzioni di continuità presenti. L'Appaltatore dovrà seguire le generatrici della volta procedendo per facce parallele a partire dai piedritti fino a raggiungere la chiave.

La malta da iniezione sarà immessa solo dopo aver colato un quantitativo d'acqua sufficiente ad evitarne la disidratazione. Si potranno effettuare le iniezioni mediante pompe manuali o compressori purché a bassa pressione e sotto costante controllo della pressione di immissione che sempre dovrà mantenersi entro limiti di sicurezza. Tali operazioni si potranno effettuare solo dietro preventiva autorizzazione della D.L., Potrebbe essere necessario ripetere le iniezioni trascorse 24-48 ore.

L'Appaltatore dovrà eseguirle al fine di saturare completamente i vuoti prodotti dal ritiro o dalla sedimentazione della malta legante.

Art. 32.4 Consolidamento di volte in muratura mediante realizzazione all'estradosso di cappa armata

I lavori in oggetto verranno eseguiti con le stesse modalità prescritte nell'ART. 26.4 del presente capitolato e con i materiali, le armature e le indicazioni stabilite dagli elaborati di progetto.

Dovrà essere posta in opera una cappa in calcestruzzo con spessore non inferiore a 4 cm Il collegamento tra l'armatura della cappa e le murature perimetrali verrà assicurato tramite la realizzazione di un cordolo in cemento armato o di un traliccio in acciaio ancorato alla muratura. L'Appaltatore durante l'esecuzione di opere che richiedono l'impiego di resine e di armature in tessuti sintetici (fibre di vetro, tessuto non tessuto, ecc.), dovrà evitare percolamenti di prodotti all'interno della volta provvedendo preventivamente alla sigillatura di fessure, lesioni e vuoti.

Dovrà inoltre provvedere all'esecuzione di prove di tenuta alle infiltrazioni di acqua dietro specifica autorizzazione della D.L.

Sempre dietro richiesta della D.L e se previsto negli elaborati di progetto l'Appaltatore dovrà effettuare operazioni di alleggerimento dei rinfianchi della volta riempiendo lo spazio compreso tra l'estradosso della volta e il piano del solaio soprastante con inerti leggeri.

In ogni caso i rinfianchi saranno collegati mediante un getto di calcestruzzo leggero.

Art. 33. PAVIMENTI E RIVESTIMENTI

Art. 33.1 Pavimenti

La posa in opera dei pavimenti di qualsiasi tipo o genere dovrà venire eseguita in modo che la superficie risulti perfettamente piana ed osservando scrupolosamente le disposizioni che, di volta in volta, saranno impartite dalla D.L.

I singoli elementi dovranno combaciare esattamente tra di loro, dovranno risultare perfettamente fissati al sottostrato e non dovrà verificarsi nelle connessioni dei diversi elementi a contatto la benché minima ineguaglianza. I pavimenti si addenteranno per mm 15 entro l'intonaco delle pareti, che sarà tirato verticalmente sino al pavimento, evitando quindi ogni raccordo o guscio.

Nel caso in cui venga prescritto il raccordo, debbono sovrapporsi al pavimento non solo il raccordo stesso, ma anche l'intonaco per almeno 15 mm. I pavimenti dovranno essere consegnati diligentemente finiti, lavorati e senza macchie di sorta.

Resta comunque contrattualmente stabilito che per un periodo di almeno 10 giorni dopo l'ultimazione di ciascun pavimento, l'Appaltatore avrà l'obbligo di impedire l'accesso di qualunque persona nei locali; e ciò anche per pavimenti costruiti da altre Ditte. Ad ogni modo dove i pavimenti risultassero in tutto o in parte danneggiati per il passaggio abusivo di persone o per altre cause, l'Appaltatore dovrà a sua cura e spese ricostruire le parti danneggiate.

L'Appaltatore ha l'obbligo di presentare alla D.L. i campioni dei pavimenti che saranno prescritti. Tuttavia la Direzione dei Lavori ha piena facoltà di provvedere il materiale di pavimentazione. L'Appaltatore, se richiesto, ha l'obbligo di provvedere alla posa in opera al prezzo indicato nell'elenco prezzi ed eseguire il sottofondo, giusto le disposizioni che saranno impartite dalla D.L. stessa.

Per quanto concerne gli interventi da eseguire su manufatti esistenti, l'Appaltatore dovrà evitare l'inserimento di nuovi elementi; se non potesse fare a meno di impiegarli per aggiunte o parziali sostituzioni, essi saranno realizzati con materiali e tecniche che ne attestino l'attuale posa in opera in modo da distinguerli dagli originali; inoltre egli avrà l'obbligo di non realizzare alcuna ripresa decorativa o figurativa in quanto non dovrà ispirarsi ad astratti concetti di unità stilistica e tradurre in pratica le teorie sulla forma originaria del manufatto.

L'Appaltatore potrà impiegare uno stile che imiti l'antico solo nel caso si debbano riprendere espressioni geometriche prive di individualità decorativa. Se si dovessero ricomporre sovrastrutture ornamentali andate in frammenti, l'Appaltatore avrà l'obbligo di non integrarle o ricomporle con inserimenti che potrebbero alterare l'originaria tecnica artistica figurativa; egli, quindi, non dovrà assolutamente fornire una ricostruzione analoga all'originale.

Sottofondi - Il piano destinato alla posa dei pavimenti, di qualsiasi tipo esse siano, dovrà essere opportunamente spianato mediante un sottofondo, in guisa che la superficie di posa risulti regolare e parallela a quella del pavimento da eseguire ed alla profondità necessaria.

Il sottofondo potrà essere costituito, secondo gli ordini della D.L., da un massetto di calcestruzzo idraulico o cementizio o da un gretonato, di spessore non minore di cm 4 in via normale, che dovrà essere gettato in opera a tempo debito per essere lasciato stagionare per almeno 10 giorni. Prima della posa del pavimento le lesioni eventualmente manifestatesi nel sottofondo saranno riempite e stuccate con un beverone di calce o cemento, e

quindi vi si stenderà, se prescritto, lo spianato di calce idraulica (camicia di calce) dello spessore variabile da cm 1,5 a 2. Nel caso che si richiedesse un massetto di notevole leggerezza la D.L. potrà prescrivere che sia eseguito in calcestruzzo di pomice.

Quando i pavimenti dovessero poggiare sopra materie comunque compressibili il massetto dovrà essere costituito da uno strato di conglomerato di congruo spessore, da gettare sopra un piano ben costipato e fortemente battuto, in modo da evitare qualsiasi successivo cedimento.

Pavimenti di laterizi - I pavimenti in laterizi sia con mattoni di piatto che di costa, sia con pianelle, sarà formato distendendo sopra il massetto uno strato di malta grassa crivellata, sul quale i laterizi si disporranno a filari paralleli, a spina di pesce, in diagonale ecc., comprimendoli affinché la malta rifluisca nei giunti. Le connessioni devono essere allineate e stuccate con cemento e la loro larghezza non deve superare i 3 mm per i mattoni e le pianelle non arrotate e 2 mm per quelli arrotati.

Pavimenti in mattonelle di cemento con o senza graniglia - Tali pavimenti saranno posati sopra letto di malta cementizia normale, disteso sopra il massetto; le mattonelle saranno premute finché la malta rifluisca nei giunti. Le connessioni debbono essere allineate e stuccate con cemento e la loro larghezza non deve superare mm 1. Avvenuta la presa della malta i pavimenti saranno arrotati con pietra pomice ed acqua o con mole di carborundum o arenaria, a seconda del tipo, e quelli in graniglia saranno spalmati, in un secondo tempo, con una mano di cera, se richiesta.

Pavimenti in mattonelle greificate - Sul massetto in calcestruzzo di cemento, si distenderà uno strato di malta cementizia magra dello spessore di cm 2, che dovrà essere ben battuto e costipato. Quando il sottofondo avrà preso consistenza, si poseranno su di esso a secco le mattonelle a seconda del disegno o delle istruzioni che verranno impartite dalla D.L. Le mattonelle saranno quindi rimosse e ricollocate in opera con malta liquida di puro cemento, saranno premute in modo che la malta riempi e sbocchi dalle connessioni e verranno stuccate di nuovo con malta liquida di puro cemento distesavi sopra. Infine la superficie sarà pulita e tirata a lucido con segatura bagnata e quindi con cera. Le mattonelle greificate, prima del loro impiego, dovranno essere bagnate a rifiuto per immersione.

Pavimenti in lastre di marmo - Per i pavimenti in lastre di marmo si useranno le stesse norme stabilite per i pavimenti in mattonelle di cemento.

Pavimenti in getto di cemento - Sul massetto in conglomerato cementizio verrà disteso uno strato di malta cementizia grassa, dello spessore di cm 2 ed un secondo strato di cemento assoluto dello spessore di mm 5, lisciato, rigato, o rullato secondo quanto prescriverà la D.L.

Pavimenti in legno ("parquet") - Tali pavimenti dovranno essere eseguiti con legno di essenza indicata nella Descrizione delle Opere, ben stagionato e profilato, di tinta e grana uniforme. Le doganelle, unite a maschio e femmina, saranno chiodate sopra una orditura di listelli di adatta sezione ad interasse non superiore a cm 35, od incollate al sottofondo stesso secondo le disposizioni della D.L. L'orditura di listelli sarà fissata al sottofondo mediante grappe di ferro opportunamente murate. Lungo il perimetro degli ambienti dovrà collocarsi un coprifilo in legno, o altro materiale secondo disposizione della D.L. da valutarsi a parte, alla unione tra pavimento e pareti. La posa in opera si effettuerà solo dopo il completo prosciugamento del sottofondo e dovrà essere fatta a perfetta regola d'arte, senza discontinuità, gibbosità od altro; le doghe saranno disposte a spina di pesce o a correre con l'interposizione di bindelli fra il campo e l'eventuale fascia di quadratura. I pavimenti a parquet dovranno essere lavati, levigati e lucidati con doppia spalmatura di cera da eseguirsi, i primi a posa ultimata, l'ultima all'epoca fissata dalla D.L.

Pavimenti in linoleum.

Posa in opera - Speciale cura si dovrà adottare per la preparazione dei sottofondi, che potranno essere costituiti da impasto di cemento e sabbia o di gesso e sabbia.

La superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente piana e liscia, togliendo gli eventuali difetti con stuccatura a gesso.

L'applicazione del linoleum dovrà essere fatta su sottofondo perfettamente asciutto; nel caso in cui, per ragioni di assoluta urgenza, non si possa attendere il perfetto prosciugamento del sottofondo, esso sarà protetto con vernice speciale detta antiumido.

Quando il linoleum debba essere applicato sopra pavimenti esistenti, si dovranno anzitutto fissare gli elementi del pavimento sottostante che non siano fermi, indi si applicherà su di esso uno strato di gesso dello spessore da 2 a 4 mm, sul quale verrà fissato il linoleum.

Applicazione - L'applicazione del linoleum, dovrà essere fatta da operai specializzati, con mastice di resina o con altre colle speciali.

Il linoleum dovrà essere incollato su tutta la superficie e non dovrà presentare rigonfiamenti od altri difetti di sorta.

La pulitura dei pavimenti in linoleum dovrà essere fatta con segatura (esclusa quella di castagno), inumidita con acqua dolce leggermente saponata, che verrà passata e ripassata sul pavimento fino ad ottenere la pulitura.

Il pavimento dovrà poi essere asciugato passandovi sopra segatura asciutta e pulita e quindi strofinato con stracci imbevuti con olio di lino cotto.

Tale ultima applicazione contribuirà a mantenere la plasticità e ad aumentare la impermeabilità del linoleum.

Art. 33.2 Rivestimenti di pareti

I rivestimenti in materiale di qualsiasi genere dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, con il materiale prescelto dall'Amministrazione appaltante e conformemente ai campioni che verranno volta a volta eseguiti, a richiesta della Direzione dei lavori.

Particolare cura dovrà porsi nella posa in opera degli elementi, in modo che questi, a lavoro ultimato, risultino perfettamente aderenti al retrostante intonaco.

Pertanto i materiali porosi prima del loro impiego dovranno essere immersi nell'acqua sino a saturazione e dopo aver abbondantemente innaffiato l'intonaco delle pareti, alle quali deve applicarsi il rivestimento, saranno alliettati con malta cementizia normale, nella quantità necessaria e sufficiente.

Gli elementi del rivestimento dovranno perfettamente combaciare fra di loro e le linee dei giunti, debitamente stuccate con cemento bianco o diversamente colorato dovranno risultare, a lavoro ultimato, perfettamente allineate. I rivestimenti dovranno essere completati con tutti gli eventuali gusci di raccordo ai pavimenti e agli spigoli, con eventuali listelli, cornici ecc.

A lavoro ultimato i rivestimenti dovranno essere convenientemente lavati e puliti.

L'applicazione del linoleum alle pareti sarà fatto nello stesso modo che per i pavimenti, avendo, anche per questo caso, cura di assicurarsi che la parete sia ben asciutta.

Art. 33.3 Opere in marmo, pietre naturali ed artificiali

Le opere in marmo, pietre naturali o artificiali dovranno in generale corrispondere esattamente alle forme e dimensioni risultanti dai disegni di progetto ed essere lavorate a seconda delle prescrizioni generali del presente Capitolato o di quelle particolari impartite dalla D.L. all'atto dell'esecuzione.

Tutti i materiali dovranno avere le caratteristiche esteriori (grana, coloritura e venatura) a quelle essenziali della specie prescelta.

Prima di iniziare i lavori, qualora non si sia provveduto in merito avanti all'appalto da parte dell'Amministrazione appaltante, l'Appaltante dovrà preparare a sue spese i campioni dei vari marmi o pietre e delle loro lavorazioni, e sottoporli all'approvazione della D.L., alla quale spetterà in maniera esclusiva di giudicare se essi corrispondono alle prescrizioni. Detti campioni, debitamente contrassegnati, resteranno depositati negli Uffici della Direzione, quali termini di confronto e di riferimento.

Per quanto ha riferimento con le dimensioni di ogni opera nelle sue parti componenti, la D.L. ha la facoltà di prescrivere le misure dei vari elementi di un'opera qualsiasi (rivestimento, copertina, cornice, pavimento, colonna ecc.), la formazione e disposizione dei vari conci e lo spessore delle lastre come pure di precisare gli spartiti, la posizione dei giunti, la suddivisione dei pezzi, l'andamento della venatura ecc.

Per le opere di una certa importanza, la D.L. potrà, prima che esse vengano iniziate, ordinare all'Appaltatore la costruzione di modelli in gesso, anche in scala al vero, il loro collocamento in sito, nonché l'esecuzione di tutte le modifiche necessarie, il tutto a spese dell'Appaltatore stesso, sino ad ottenerne l'approvazione, prima di procedere all'esecuzione della particolare fornitura.

Per tutte le opere infine è fatto obbligo all'Appaltatore di rilevare e controllare a propria cura e spese, la corrispondenza delle varie opere ordinate dalla D.L. alle strutture rustiche esistenti, e di segnalare a quest'ultima ogni divergenza od ostacolo, restando esso Appaltatore in ogni caso unico responsabile della perfetta rispondenza dei pezzi all'atto della posa in opera. Esso avrà pure l'obbligo di apportare alle stesse, in corso di lavoro, tutte quelle modifiche che potessero essere richieste dalla D.L.

Art. 33.4 Marmi e pietre naturali

Marmi - Le opere in marmo dovranno avere quella perfetta lavorazione che è richiesta dall'opera stessa, congiunzioni senza risalti e piani perfetti. Salvo contraria disposizione, i marmi dovranno essere di norma lavorati in tutte le facce viste a pelle liscia, arrotate e pomciate.

I marmi colorati dovranno presentare in tutti i pezzi le precise tinte e venature caratteristiche della specie prescelta. Potranno essere richiesti, quando la loro venatura si presti, con la superficie vista a spartito geometrico, a macchia aperta, a libro o comunque giocata.

Pietra da taglio - La pietra da taglio da impiegare nelle costruzioni dovrà presentare la forma e le dimensioni di progetto, ed essere lavorata, secondo le prescrizioni che verranno impartite dalla Direzione Lavori all'atto della esecuzione, nei seguenti modi:

- a) a grana grossa;
- b) a grana ordinaria;
- c) a grana mezza fina;
- d) a grana fina.

Per pietra da taglio a grana grossa, si intenderà quella lavorata semplicemente con la punta grossa senza fare uso della martellina per lavorare le facce viste, né dello scalpello per ricavarne gli spigoli netti.

Verrà considerata come pietra da taglio a grana ordinaria quella le cui facce viste saranno lavorate con la martellina a denti larghi.

La pietra da taglio si intenderà lavorata a grana mezza fina e a grana fina, se le facce predette saranno lavorate con la martellina a denti mezzani e, rispettivamente, a denti finissimi.

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 per modo che le connessure fra concio non eccedano la larghezza di mm 5 per la pietra a grana ordinaria e di mm 3 per le altre.

Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di combaciamento dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorate a grana fina. Non saranno tollerate né smussature agli spigoli, né cavità nelle facce, né stuccature in mastice o rattoppi. La pietra da taglio che presentasse tali difetti verrà rifiutata e l'Appaltatore sarà in obbligo di sostituirla immediatamente anche se le scheggiature od ammanchi si verificassero dopo il momento della posa in opera, e ciò fino al collaudo.

Art. 33.5 Pietre artificiali

La pietra artificiale, ad imitazione della naturale, sarà costituita da conglomerato cementizio, formato con cementi adatti, sabbia silicea, ghiaino scelto sottile lavato e graniglia della stessa pietra naturale che s'intende imitare. Il conglomerato così formato sarà gettato entro apposite casseforme, costipandolo poi mediante battitura a mano o pressione meccanica.

Il nucleo sarà dosato con non meno di q.li 3,5 di cemento Portland per ogni mc d'impasto e non meno di q.li 4 quando si tratti di elementi sottili, capitelli, targhe e simili. Le superfici in vista, che dovranno essere gettate contemporaneamente al nucleo interno, saranno costituite, per uno spessore non inferiore a 2 cm, da impasto più ricco formato con cemento bianco, graniglia di marmo, terre colorate e polvere della pietra naturale che si deve imitare.

Le stesse superfici saranno lavorate all'utensile, dopo perfetto indurimento, in modo da presentare struttura identica, per l'apparenza della grana, tinta e lavorazione, alla pietra naturale imitata, inoltre la parte superficiale sarà gettata con dimensioni esuberanti rispetto a quelle definite, in modo che queste ultime possano poi ricavarci asportando materia a mezzo di utensili da scalpellino, essendo vietate in modo assoluto le stuccature, le tassellature ed in generale le aggiunte del materiale.

I getti saranno opportunamente armati con tondini di ferro e lo schema dell'armatura dovrà essere preventivamente approvato dalla D.L.

Per la posa in opera dei getti sopra descritti valgono le stesse prescrizioni indicate per i marmi in genere.

La dosatura e la stagionatura degli elementi di pietra artificiale devono essere tali che il conglomerato soddisfi alle seguenti condizioni:

1. inalterabilità agli agenti atmosferici;
2. resistenza alla rottura per schiacciamento superiore a 300 kg per cmq dopo 28 giorni;
3. le sostanze adoperate nella miscela non dovranno agire chimicamente sui cementi sia con azione immediata, che con azione lenta e differita; non conteranno quindi acidi, né anilina, né gesso; non daranno aumento di volume durante la presa né successiva sfioritura e saranno resistenti alla luce.

La pietra artificiale, da gettare sul posto come parametro di ossature grezze, sarà formata da rinzaffo ed arricciatura in malta cementizia, e successivo strato di malta di cemento, con colori e graniglia della stessa pietra naturale da imitare.

Quando tale strato debba essere sagomato per formazione di cornici, oltre che a soddisfare tutti i requisiti sopra indicati, dovrà essere confezionato ed armato nel modo più idoneo per raggiungere la perfetta sua adesione alle murature sottostanti, che saranno state in precedenza debitamente preparate, rese nette e lavate abbondantemente dopo profonde incisioni dei giunti con apposito ferro. Le facce viste saranno poi ottenute in modo perfettamente identico a quella della pietra preparata fuori d'opera, nel senso che saranno ugualmente ricavate dallo strato esterno a graniglia, mediante i soli utensili da scalpellino o marmista, vietandosi in modo assoluto ogni opera di stuccatura, riporti ecc.

Art. 34. PAVIMENTI E RIVESTIMENTI, INTERVENTI DI CONSERVAZIONE

Art. 34.1 Generalità

Trattasi di interventi specifici e particolari per i quali si dovrà impiegare personale altamente specializzato e ricorrere, se espressamente richiesto, a consulenti tecnici. La D.L. prima di realizzare interventi di preconsolidamento, pulitura, consolidamento e protezione dei manufatti potrà chiedere l'elenco del personale tecnico impiegato per sottoporlo all'approvazione degli organi proposti alla tutela del bene in oggetto.

Dovrà inoltre fare ricorso ad attenti e precisi rilievi dello stato di fatto (geometrico e materico) nonché, acquisire sufficiente conoscenza sul quadro patologico generale, tramite analisi fisico-chimiche-mineralogiche e/o analisi in situ di tipo non distruttivo (termovisione, ultrasuoni ecc).

Prima di procedere al consolidamento di qualsiasi tipo di rivestimento, l'Appaltatore dovrà rimuovere le sostanze patogene in aggressione al materiale (efflorescenze, concrezioni, microrganismi animali e/o vegetali, erbe, arbusti, terriccio, croste nere, macchie scure, ecc.) usando materiali, modalità, attrezzi e tempi di lavorazione e di applicazione che, su specifica indicazione della D.L. secondo quanto prescritto dai capitoli specifici relativi alla pulitura dei materiali, si diversificheranno in relazione al tipo di manufatto, al suo stato di conservazione, alla natura della sostanza in aggressione ed ai risultati delle analisi di laboratorio.

Il fissaggio ed il consolidamento degli strati superficiali che hanno subito una perdita di coesione si dovranno eseguire applicando sostanze adesive aventi le caratteristiche richieste nei capitoli relativi ai materiali consolidanti, per mezzo di pennelli, nebulizzatori, airless, iniettori, sistemi a vuoto od altre tecnologie purché previste dagli elaborati di progetto ed approvate dagli organi preposti alla tutela del bene in oggetto.

Le lesioni profonde andranno stuccate, salvo diverse disposizioni, preferibilmente con malte a base di calce eventualmente additivate. L'Appaltatore farà aderire alle parti di rivestimento da preconsolidare uno strato in velatino di cotone e/o carta giapponese mediante un adesivo di tipo reversibile diluito con apposito solvente.

La velatura potrà essere rimossa con i prescritti solventi solo quando la D.L. lo riterrà opportuno. Durante e dopo l'intervento, l'Appaltatore dovrà adottare particolari precauzioni onde evitare azioni corrosive e disgregatrici esercitate da agenti biodeteriogeni. Agli adesivi sintetici ed alle malte utilizzate andranno pertanto miscelati prescritti biocidi (fungicidi, algicidi, ecc.) con le modalità e nelle quantità consigliate dai produttori e stabilite dalla D.L.

Allo stesso modo i velatini di cotone dovranno essere trattati preventivamente. Rimosse le protezioni le superfici dei rivestimenti andranno opportunamente disinfestate.

Nel caso in cui le superfici oggetto dell'intervento di conservazione, dovessero venire protette con l'uso di supporti rigidi, l'Appaltatore dovrà applicarvi, seguendo le modalità di progetto ed le direttive della D.L., un antiadesivo, uno strato ammortizzante o un pannello in legno eventualmente armato e sagomato.

Art. 34.2 Dipinti murali

Si effettueranno interventi sempre e solo dopo preventive indagini diagnostiche da effettuarsi sui cromatismi esistenti, sui loro supporti e su tutto il quadro patologico dietro precise indicazioni ed autorizzazioni della D.L. e degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto .

Gli interventi previsti sui dipinti murali non si dovranno mai preoccupare di reintegrare in alcun modo, operando manomissioni e falsificazioni, l'opera oggetto di intervento. Saranno esclusivamente ammessi interventi volti alla salvaguardia dell'oggetto, alla sua conservazione, alla sua protezione e consolidamento. L'Appaltatore, se richiesto e/o se strettamente necessario per meglio salvaguardare il manufatto oggetto di intervento, provvederà a reintegrare eventuali parti mancanti mediante una stuccatura di livello leggermente inferiore a quello originale,

con malte dalle caratteristiche tecniche il più possibile simili a quelle dell'intonaco originario. Su tali stuccature si potranno eventualmente prevedere, secondo indicazioni della D.L., interventi di uniformazione pittorica tramite leggere velature, adottando in ogni caso criteri di riconoscibilità e reversibilità.

Qualora venisse richiesto il restauro in situ di dipinti murali, l'Appaltatore dovrà fare ricorso esclusivamente a tecnici specializzati e, salvo diverse, prescrizioni, avrà cura di:

- rimuovere con ogni cautela secondo gli accorgimenti riportati all'ART. 34.1 del presente Capitolato, tutti quegli elementi che, ad insindacabile giudizio della D.L., risultino estranei, e/o possano arrecare danno o degrado all'opera oggetto di intervento. In ogni caso egli non dovrà mai asportare lo strato di colore avendo cura di conservare sia la patina che la vernice antica;
- su superfici decorate a tempera nel caso di presenza diffusa di aloni di umidità, efflorescenze saline, depositi carboniosi, si dovrà operare un intervento di pulitura molto leggero in modo da non intaccare minimamente i cromatismi esistenti. Si potranno utilizzare metodi di pulitura a secco tramite impiego di aspiratori a bassa pressione, pennelli a setole morbide, mollica di pane. Eventuale utilizzo di tampone inumidito con acqua deionizzata per asportazione di aloni non eliminabili con i precedenti metodi; questa operazione avverrà non prima di aver effettuato piccoli provini per valutare la consistenza della tinta. In ogni caso su cromatismi, pitturazioni e decorazioni esistenti non saranno ammesse integrazioni di sorta, se non su espressa richiesta della D.L.;
- prima di procedere al consolidamento dei distacchi, si dovrà procedere al fissaggio preventivo delle scaglie di colore mediante soluzione di caseinato di ammonio al 2,5% (con caseina pura filtrata), in acqua deionizzata, nebulizzata sulle superfici interessate dal fenomeno. Su malte dorate o su pitture fortemente esfoliate, l'aspersione con resine acriliche in soluzione, ancora le parti decoese al supporto proteggendole da lavaggi e spazzolature, uniformando la superficie in vista del successivo intervento totale di riadesione al supporto;
- consolidare le parti distaccate con le tecniche prescritte al fine di eliminare i difetti di adesione tra i vari strati.

Se dovranno essere impiegati adesivi a base di resine sintetiche in emulsione o in soluzione le cui caratteristiche saranno quelle richieste dai capitoli relativi ai singoli materiali ed alle loro specifiche tecniche di consolidamento, saranno comunque esclusivamente di tipo reversibile e diluiti con acqua o con il prescritto solvente in base al rapporto di diluizione richiesto dalla D.L.

Qualora gli adesivi si dovessero additivare o caricare con sostanze inerti, esse dovranno essere di tipo esclusivamente inorganico (carbonato di calcio, sabbia lavata fine ed altri materiali simili esenti da sali e da impurità).

Qualora la superficie da consolidare sia fortemente gessificata si può operare un intervento su base chimica, già descritto fra i metodi particolari di pulitura, somministrando carbonato di ammonio e successivamente, idrossido di bario (soluzioni acquose concentrate in impacchi di pasta di legno su carta giapponese).

Le malte di calce e sabbia da usare per iniezioni consolidanti, dovranno essere additivate, se prescritto, con additivi sintetici o minerali ad azione leggermente espansiva.

In ogni caso adesivi, additivi, dosi e metodologie saranno prescritti dalla D.L. in base alle analisi preliminari da effettuarsi sui materiali come prescritto alle singole voci del presente capitolato.

L'Appaltatore, a lavori conclusi, sarà tenuto a proteggere le superfici oggetto dell'intervento.

Art. 34.3 Mosaici

Nel caso in cui si dovessero eseguire lavori di conservazione in situ su mosaici parietali, l'Appaltatore dovrà provvedere all'esportazione delle sostanze estranee presenti sulle superfici secondo le modalità prescritte dall'ART. 34.1 del presente capitolato. Dovranno altresì rispettarsi le indicazioni fornite in apertura dell'art. 34.2 relativamente ad eventuali integrazioni.

In relazione al tipo di degrado, ai risultati delle diagnosi ed alle prescrizioni di progetto si dovranno proteggere tutte le parti ancora conservate con i sistemi ed i materiali prescritti.

Andranno corretti, dove possibile i difetti di adesione fra gli strati utilizzando opportuni adesivi od altri sistemi di fissaggio autorizzati (tasselli e perni in fibra di vetro).

Il manto musivo potrà essere distaccato solo nel caso in cui fossero presenti sulla superficie del mosaico profonde fessurazioni.

Previa idonea velatura si asporteranno solo piccole sezioni in base all'andamento degli elementi figurativi.

Il manto potrà essere ricollocato utilizzando malte di calce caricate con sabbia o pozzolana ed additivate con sostanze minerali, procedendo parallelamente alla eventuale stuccatura dei vuoti sempre utilizzando malta a base di calce e sabbia Ticino.

L'Appaltatore dovrà inoltre fornire i supporti rigidi di sostegno richiesti dalla D.L. e rimuovere, ultimati i lavori, i materiali e le strutture di protezione.

Sui mosaici pavimentali si procederà in modo analogo rimuovendo preventivamente le sostanze estranee secondo le modalità già descritte.

L'Appaltatore dovrà prima di ogni operazione perimetrale la zona di intervento tramite idonei picchetti con altezza minima di cm 30.

Andranno in seguito realizzate apposite stuccature parabordi con malta di calce e sabbia miscelata con alghicidi; andrà quindi collocato uno strato d'isolante inorganico del tipo stabilito dalla D.L.

Si procederà quindi a fissare e a consolidare tutte le parti in fase di distacco secondo le modalità i sistemi e i materiali, prescritti dall'ART. 34.1 del presente capitolato (stuccare le lesioni profonde, eseguire le velature, fornire e collocare i supporti rigidi di sostegno, rimuovere, a lavori ultimati, i materiali e le strutture di protezione).

Nel caso in cui gli elaborati di progetto o i risultati delle diagnosi effettuate preventivamente dovessero prevedere il distacco per sezioni del rivestimento ed il successivo riposizionamento, l'Appaltatore, attenendosi alle modalità descritte dall'ART. 34.1 del presente capitolato, dovrà eseguire un preciso e dettagliato rilievo dell'esistente, pulire e rimuovere le concrezioni, eseguire le velature. In seguito andrà tracciata la griglia di taglio e fissati i segni di riferimento.

Si potrà quindi effettuare il distacco ed il taglio delle sezioni, collocare le parti distaccate su predisposti supporti avendo la cura di conservare i rivestimenti in luoghi asciutti, protetti e ventilati.

Andranno in seguito effettuate operazioni puntuali di pulitura rimuovendo dalle tessere o mattonelle ogni residuo della malta dall'allettamento per mezzo di idonei attrezzi.

I supporti andranno allo stesso tempo consolidati e preparati per il riposizionamento dei manufatti previo eventuale montaggio del pavimento su pannelli in resina sintetica.

La ricollocazione dei pannelli o dei pavimenti si effettuerà utilizzando la malta prescritta.

Qualora i mosaici fossero di piccole dimensioni ed a superficie piana, il distacco potrà essere eseguito a blocco unico.

Art. 34.4 Materiali lapidei di rivestimento

I lavori di restauro di elementi lapidei dovranno essere eseguiti con le metodologie ed i materiali prescritti dagli artt. 19 - 20 - 21 del presente capitolato ed attenendosi alle Note sui Trattamenti Conservativi dei Manufatti Lapedei elaborate dal Laboratorio Prove sui Materiali ICR Roma 1977.

L'Appaltatore, accertato mediante le prescritte analisi lo stato di conservazione del manufatto, dovrà variare le modalità d'intervento in relazione al tipo di degrado. In linea di massima per il consolidamento di lastre da rivestimento si farà riferimento all'ART. 29 del presente Capitolato.

Se il materiale lapideo dovesse presentare superfici microfessurate e a scaglie, queste ultime, prima dell'esecuzione della pulizia, dovranno essere fissate con i prescritti adesivi. L'Appaltatore, inoltre, dovrà eseguire le velature facendo aderire la carta giapponese alle scaglie mediante resine reversibili diluite in tri-cloro-etano.

Infine, consoliderà l'intera struttura dell'elemento lapideo iniettando le stesse resine meno diluite.

Se il materiale lapideo dovesse presentare superfici fessurate in profondità e ricoperte da ampie scaglie, l'Appaltatore dovrà fissare le parti instabili con adeguati sistemi di ancoraggio (vincoli meccanici di facile montaggio e rimozione, strutture lignee ecc.).

Quindi, completate le lavorazioni, dovrà consolidare l'elemento lapideo con i sistemi ed i materiali prescritti e provvedere alla rimozione delle strutture di protezione.

Art. 35. INTONACI E DECORAZIONI, INTERVENTI DI CONSERVAZIONE

Art. 35.1 Intonaci

Gli intonaci in genere dovranno essere eseguiti in stagione opportuna, dopo aver rimossa dai giunti delle murature, la malta aderente, ripulita ed abbondantemente bagnata la superficie della parete stessa.

Gli intonaci, di qualunque specie siano (lisci, a superficie rustica, a bugne, per cornici e quanto altro), non dovranno mai presentare peli, crepature irregolarità negli allineamenti e negli spigoli, od altri difetti.

Quelli comunque difettosi o che non presentassero la necessaria aderenza alle murature, dovranno essere demoliti e rifatti dall'Appaltatore a sue spese.

La calce da usarsi negli intonaci dovrà essere estinta da almeno tre mesi per evitare scoppiettii, sfioriture e screpolature, verificandosi le quali sarà a carico dell'Appaltatore fare tutte le riparazioni occorrenti.

Ad opera finita l'intonaco dovrà avere uno spessore non inferiore a mm 15.

Gli spigoli sporgenti o rientranti verranno eseguiti ad angolo vivo oppure con opportuno arrotondamento a seconda degli ordini che in proposito darà la Direzione Lavori.
Particolarmente per ciascun tipo di intonaco si prescrive quanto appresso.

Intonaco grezzo o arricciatura - Predisposte le fasce verticali, sotto regola di guida, in numero sufficiente verrà applicato alle murature un primo strato di malta comune detto rinzaffo, gettato con forza in modo che possa penetrare nei giunti e riempirli. Dopo che questo strato sarà alquanto asciutto, si applicherà su di esso un secondo strato della medesima malta che si stenderà con la cazzuola o col frattone stuccando ogni fessura e togliendo ogni asprezza, sicché le pareti riescano, per quanto possibile, regolari.

Intonaco comune o civile - Appena l'intonaco grezzo avrà preso consistenza, si stenderà su di esso un terzo strato di malta fina, che si conguaglierà con le fasce di guida per modo che l'intera superficie risulti piana ed uniforme, senza ondeggiamenti e disposta a perfetto piano verticale o secondo le superfici degli intradossi.

Intonaci colorati - Per gli intonaci delle facciate esterne, potrà essere ordinato che alla malta da adoperarsi sopra l'intonaco grezzo siano mischiati i colori che verranno indicati per ciascuna parte delle facciate stesse.
Per dette facciate potranno venire ordinati anche i graffiti, che si otterranno aggiungendo ad uno strato di intonaco colorato, come sopra descritto, un secondo strato pure colorato ad altro colore, che poi verrà raschiato, secondo opportuni disegni, fino a far apparire il precedente. Il secondo strato di intonaco colorato dovrà avere lo spessore di almeno mm 2.

Intonaco a stucco - Sull'intonaco grezzo sarà sovrapposto uno strato alto almeno mm 4 di malta per stucchi, che verrà spianata con piccolo regolo e governata con la cazzuola così da avere pareti perfettamente piane nelle quali non sarà tollerata la benché minima imperfezione.
Ove lo stucco debba colorarsi, nella malta verranno stemperati i colori prescelti dalla D.L.

Intonaco a stucco lucido - Verrà preparato con lo stesso procedimento dello stucco semplice; l'abbozzo deve essere preparato con maggior diligenza, di uniforme grossezza ed assolutamente privo di fenditure.
Spianato lo stucco, prima che esso sia asciutto si bagna con acqua in cui sia sciolto del sapone di Genova e quindi si comprime e si tira a lucido con ferri caldi, evitando qualsiasi macchia, la quale sarà sempre da attribuire a cattiva esecuzione del lavoro.
Terminata l'operazione si bagna lo stucco con la medesima soluzione saponacea, lasciandolo con pannolino.

Rabbocature - Le rabbocature che occorressero su muri vecchi o comunque non eseguiti con faccia vista in malta o sui muri a secco, saranno formate con malta di calce.
Prima dell'applicazione della malta, le connessioni saranno diligentemente ripulite, fino a conveniente profondità, lavate con acqua abbondante e quindi riscagliate e profilate con apposito ferro.

Art. 35.2 Decorazioni

Nelle facciate esterne, nei pilastri e nelle pareti interne, saranno formati i cornicioni, le lesene, gli archi, le fasce, gli aggetti, le riquadrature, i bassifondi ecc., in conformità dei particolari che saranno forniti dalla D.L., nonché fatte le decorazioni, anche policrome, che pure saranno indicate, sia con colore a tinta, sia a graffito.

L'ossatura dei cornicioni, delle cornici e delle fasce sarà formata, sempre in costruzione, con più ordini di pietre o di mattoni e anche in conglomerato semplice od armato, secondo lo sporto e l'altezza che le conviene.

Per i cornicioni di grande sporto saranno adottati i materiali speciali che prescriverà la D.L., oppure sarà provveduto alla formazione di apposite lastre in cemento armato con o senza mensole.

Tutti i cornicioni saranno contrappesati opportunamente e, ove occorra, ancorati alle murature inferiori.

Per le pilastrate o mostre di porte e finestre, quando non sia diversamente disposto dalla D.L., l'ossatura dovrà sempre essere eseguita contemporaneamente alla costruzione.

Predisposti i pezzi dell'ossatura nelle stabilite proporzioni e sfettate in modo da presentare l'insieme del proposto profilo, si riveste tale ossatura con un grosso strato di malta, e si aggiusta alla meglio con la cazzuola. Prosciugato questo primo strato si abbozza la cornice con un calibro o sagoma di legno, appositamente preparato, ove sia tagliato il controfile della cornice, che si farà scorrere sulla bozza con la guida di un regolo di legno.

L'abbozzo, come avanti predisposto, sarà poi rivestito con apposita malta di stucco da tirarsi e lisciarsi convenientemente.

Quando nella costruzione delle murature non siano state predisposte le ossature per lesene, cornici, fasce, ecc., e queste debbano quindi applicarsi completamente in aggetto, o quando siano troppo limitate rispetto alla

decorazione, o quando infine possa temersi che la parte di rifinitura delle decorazioni, per eccessiva sporgenza o per deficiente aderenza all'ossatura predisposta, col tempo possa staccarsi, si curerà di ottenere maggiore e più solido collegamento della decorazione sporgente alle pareti od alle ossature mediante infissione in esse di adatti chiodi, collegati fra loro con filo di ferro del diametro di mm 1, attorcigliato ad essi e formante maglia di cm 10 circa di lato.

Decorazioni a cemento - Le decorazioni a cemento delle porte e delle finestre e quelle parti ornate dalle cornici, davanzali, pannelli, ecc. verranno eseguite in conformità dei particolari architettonici forniti dalla D.L. Le parti più sporgenti dal piano della facciata ed i davanzali saranno formati con speciali pezzi prefabbricati di conglomerato cementizio dosato a kg 400 gettato in apposite forme all'uopo predisposte a cura e spese dell'Appaltatore, e saranno opportunamente ancorati alle murature. Quando tali pezzi siano a faccia liscia, verranno lavorati con le norme del presente Capitolato, il resto della decorazione, meno sporgente, sarà fatta in posto, con ossatura di cotto o di conglomerato cementizio, la quale verrà poscia, con malta di cemento, tirata in sagome e lisciata.

Per le decorazioni in genere, siano queste da eseguirsi a stucco, in cemento od in pietra, l'Appaltatore è tenuto ad approntare il relativo modello in gesso al naturale, a richiesta della D.L.

Art. 35.3 Interventi di conservazione

Gli interventi di conservazione sugli intonaci e sulle decorazioni saranno sempre finalizzati alla massima tutela della loro integrità fisico-materica; l'Appaltatore dovrà pertanto, evitare demolizioni, rimozioni e dismissioni tranne quando espressamente ordinato dalla D.L. e solo ed esclusivamente gli intonaci risultino irreversibilmente alterati e degradati, evidenziando eccessiva perdita di legante, inconsistenza, evidenti fenomeni di sfarinamento e distacco.

Le operazioni di intervento andranno pertanto effettuate salvaguardando il manufatto e distinguendo in modo chiaro le parti eventualmente ricostruite.

I materiali da utilizzarsi per l'intervento di conservazione dovranno essere accettate dalla D.L., possedere accertate caratteristiche di compatibilità fisica, chimica e meccanica con l'intonaco esistente ed il suo supporto.

Art. 35.3.1 Conservazione di intonaci distaccati mediante iniezioni a base di miscele idrauliche

Questi interventi consentono di ripristinare la condizione di adesività fra intonaco e supporto, sia esso la muratura o un altro strato di rivestimento, mediante l'applicazione o l'iniezione di una miscela adesiva che presenti le stesse caratteristiche dell'intonaco esistente e cioè:

- a) forza meccanica superiore, ma in modo non eccessivo, a quella della malta esistente;
- b) porosità simile;
- c) ottima presa idraulica;
- d) minimo contenuto possibile di sali solubili potenzialmente dannosi per i materiali circostanti;
- e) buona plasticità e lavorabilità;
- f) basso ritiro per permettere il riempimento anche di fessure di diversi millimetri di larghezza.

Il distacco può presentare buone condizioni di accessibilità (parti esfoliate, zone marginali di una lacuna), oppure può manifestarsi senza soluzioni di continuità sulla superficie dell'intonaco, con rigonfiamenti percettibili al tocco o strumentalmente.

Nel primo caso la soluzione adesiva può essere applicata a pennello direttamente sulle parti staccate, riavvicinandole al supporto. Nel caso in cui la zona non sia direttamente accessibile, dopo aver ispezionato le superfici ed individuate le zone interessate da distacchi, l'Appaltatore dovrà eseguire delle perforazioni con attrezzi ad esclusiva rotazione limitando l'intervento alle parti distaccate.

Egli altresì, iniziando la lavorazione a partire dalla quota più elevata, dovrà:

- aspirare mediante una pipetta in gomma i detriti della perforazione e le polveri depositatesi all'interno dell'intonaco;
- iniettare con adatta siringa una miscela acqua/alcool all'interno dell'intonaco al fine di pulire la zona distaccata ed umidificare la muratura;
- applicare all'interno del foro un batuffolo di cotone;
- iniettare, attraverso il batuffolo di cotone, una soluzione a basi di adesivo acrilico in emulsione (primer) avendo cura di evitare il reflusso verso l'esterno;
- attendere che l'emulsione acrilica abbia fatto presa;
- iniettare, dopo aver asportato il batuffolo di cotone, la malta idraulica prescritta operando una leggera, ma prolungata pressione sulle parti distaccate ed evitando il percolamento della miscela all'esterno.

Qualora la presenza di alcuni detriti dovesse ostacolare la ricollocazione nella sua posizione originaria del vecchio intonaco, oppure impedire l'ingresso della miscela, l'Appaltatore dovrà rimuovere l'ostruzione con iniezioni d'acqua a leggera pressione oppure attraverso gli attrezzi meccanici consigliati dalla D.L.

Per distacchi di lieve entità, fra strato e strato, con soluzioni di continuità dell'ordine di 0,5 mm, non è possibile iniettare miscele idrauliche, per cui si può ricorrere a microiniezioni a base di sola resina, per esempio un'emulsione acrilica, una resina epossidica o dei silani. Per distacchi estesi si potrà utilizzare una miscela composta da una calce idraulica, un aggregato idraulico, un adesivo fluido, ed eventualmente un fluidificante. L'idraulicità della calce permette al preparato di far presa anche in ambiente umido; l'idraulicità dell'aggregato conferma le proprietà e conferisce maggiore resistenza alla malta; l'adesivo impedisce in parte la perdita di acqua appena la miscela viene a contatto con muratura e intonaco esistente; il fluidificante eleva la lavorabilità dell'impasto.

Come legante si usano calci idrauliche naturali bianche, con additivo collante tipo resina acrilica; gli aggregati consigliati sono la pozzolana superventilata e lavata (per eliminare eventuali sali) e il cocciopesto, con gluconato di sodio come fluidificante.

Art. 35.3.2 Conservazione di intonaci e decorazioni distaccati mediante microbarre di armatura

Previa accurata ispezione di intonaci e decorazioni in modo da individuare con precisione tutte le parti in fase di distacco, l'Appaltatore avrà l'obbligo di mettere in sicurezza tramite puntellature e/o altri accorgimenti le zone che potrebbero accusare notevoli danni a causa delle sollecitazioni prodotte dai lavori di conservazione.

Quindi dovrà:

- praticare delle perforazioni aventi il diametro e la profondità prescritti dagli elaborati di progetto o ordinati dalla D.L.;
- aspirare mediante una pipetta in gomma i detriti della perforazione e le polveri depositatesi;
- iniettare con adatta siringa una miscela acqua/alcool all'interno dell'intonaco al fine di pulire la zona distaccata ed umidificare la muratura;
- applicare all'interno del foro un batuffolo di cotone;
- provvedere alla sigillatura delle zone in cui si siano manifestate, durante la precedente iniezione, perdite di liquido;
- iniettare, se richiesto, attraverso il batuffolo di cotone, una soluzione a basi di adesivo acrilico in emulsione (primer) ;
- iniettare, dopo aver asportato il batuffolo di cotone, una parte della miscela idraulica in modo da riempire circa il 50 % del volume del foro;
- collocare la barra di armatura precedentemente tagliata a misura;
- iniettare la rimanente parte di miscela idraulica evitando il percolamento della miscela all'esterno.

Art. 35.3.3 Utilizzo della tecnologia del vuoto

La tecnologia del vuoto si potrà utilizzare in combinazione con le lavorazioni di cui ai precedenti articoli operando la depressione mediante l'ausilio di speciali pompe vuoto e di teli in polietilene.

Le modalità operative e le sostanze da utilizzare andranno concordate con la D.L. in ottemperanza con quanto stabilito dagli artt. 19-20-21, (pulitura, consolidamento, protezione dei materiali; malte e conglomerati); artt. 1, 12, (materiali in genere; prodotti impregnanti in genere).

Sarà assolutamente vietato l'utilizzo come sigillanti in pasta di sostanze elastomeriche.

Art. 35.4 Ciclo deumidificante – intonaco deumidificante

Preparazione del substrato

Accurato lavaggio delle superfici con acqua pulita

A totale asciugatura della muratura asportazione meccanica a secco delle eventuali efflorescenze saline formatesi sulle superfici, mediante uno spazzolino morbido, in modo da evitare una loro solubilizzazione e possibile penetrazione nel rivestimento.

Preparazione del fondo, prima dei successivi trattamenti, mediante applicazione di prodotto a base di polilossani diluiti in acqua, a bassa viscosità, non filmogeno, ad alta capacità penetrante, traspirante al vapore acque (fondo antisale) applicato a spruzzo fino a imbibizione.

Procedura applicativa del sistema deumidificante

Applicazione manuale di un rinzaffo di malta deumidificante antisale, fino allo spessore "guida" consentito dall'intonaco originario (parti da salvaguardare e mantenute), a copertura totale della muratura. La malta è composta da calce aerea in polvere, ad alto titolo di idrato di calcio, pozzolane naturali scelte fra le più energiche micronizzate ed aggregati silicei selezionati in curva granulometrica continua da 0 a 3 mm (malta deumidificante antisale). Lo strato di malta deumidificante antisale, una volta indurito, manifesta notevoli caratteristiche di idrorepellenza, minima resistenza alla diffusione del vapore e spiccate capacità di difesa alle efflorescenze saline.

Finitura delle superfici

Lo strato di finitura superficiale deve essere scelto fra i prodotti di comprovata resistenza all'aggressione chimica, idrorepellenza, nonché caratterizzato da bassi valori di resistenza alla diffusione del vapore e sarà eseguito mediante applicazione di rivestimento minerale preconfezionato, steso 2° lama", in due mani e livellato con filo della spatola a perfetta planarità. L'impasto sarà composto da calce aerea in polvere ad alto titolo di idrato di calcio $[Ca(OH)_2]$, pozzolane naturali micronizzate, polvere selezionate di marmi e sabbie silicee con caratteristiche mineralogiche, granulometriche e cromatiche simili a quelle dell'intonaco esistente. Privo di solfati, calce libera, né alcuna forma di clinker.

Art. 35.5 Intonaco – integrazione delle lacune

Rimozione porzioni di intonaco ammalorato

Rimozione puntuale delle porzioni di intonaco in uno stato di degrado tanto avanzato da non garantire il recupero delle condizioni di esercizio. Tale operazione si attuerà fino a raggiungere uno strato che dia sufficiente garanzia di tenuta, con mezzi e modalità tali da non danneggiare le porzioni circostanti in buono stato o la muratura sottostante. Sono esclusi dalla rimozione gli intonaci con presenza di affreschi.

Preparazione del fondo

Al fine di assicurare un'omogenea capacità di assorbimento del supporto e consolidate le parti decoese, applicazione di miscela di 'micro-emulsioni acriliche base acquosa, a bassa viscosità, non filmogeno, ad alta capacità penetrante (Fondo Consolidante di Profondità); applicato per impregnazione fino a rifiuto, secondo i casi, con pennello imbevuto di prodotto, o con sistemi a spruzzo. Il prodotto consolidante, penetrando in profondità, permette di riaggregare il materiale alterato legandolo al substrato sano, uniformando l'assorbimento del fondo per facilitare i successivi trattamenti.

Integrazione delle lacune maggiori di intonaco

Integrazione delle parti di intonaco mancanti mediante applicazione di malta preconfezionata, altamente diffusiva al vapore acqueo, composta di calce aerea in polvere ad alto titolo di idrato di calcio, pozzolane naturali micronizzate, aggregati calcareo-silicei selezionati con diametro massimo di 3mm, in curva continua. Priva di sali idrosolubili, calce libera né alcuna forma di clinker, applicata a mano (Intonaco Pozzolanico).

Finitura delle integrazioni e delle abrasioni superficiali con marmorino formulato

Esecuzione di finitura, sulle aree integrate e sulle piccole mancanze o abrasioni superficiali, mediante applicazione di rivestimento minerale preconfezionato, steso "a lame" e livellato col filo della spatola a perfetta planarità. L'impasto sarà composto di calce aerea in polvere ad alto titolo d'idrato di calcio $[Ca(OH)_2]$, pozzolane naturali micronizzate, polvere selezionata di marmi e sabbie silicee con caratteristiche mineralogiche, granulometriche e cromatiche simili a quelle dell'intonaco esistente. Privo di solfati, calce libera, né alcuna forma di clinker.

Art. 36. IMPERMEABILIZZAZIONI

Art. 36.1 Generalità

Qualsiasi impermeabilizzazione sarà posta su piani predisposti con le opportune pendenze. Le impermeabilizzazioni di, qualsiasi genere, dovranno essere eseguite con la maggiore accuratezza possibile, specie in vicinanza di fori, passaggi, cappe ecc.; la eventuali perdite che si manifestassero in esse, anche a distanza di tempo e sino al collaudo, dovranno essere riparate ed eliminate dall'Impresa, a sua cura e spese, compresa ogni opera di ripristino.

Asfalto sfuso - La pasta di asfalto per stratificazioni impermeabilizzanti di terrazzi, coperture, fondazioni ecc., risulterà dalla fusione di:

- 60 parti in peso di mastice di asfalto naturale (in piani);
- 4 parti in peso di bitume naturale raffinato;
- 36 parti in peso di sabbia vagliata, lavata e ben seccata.

I vari materiali dovranno presentare i requisiti indicati al precedente art.9

Nella fusione i componenti dovranno ben mescolarsi perché l'asfalto non carbonizzi e l'impasto diventi omogeneo.

La pasta di asfalto sarà distesa a strati o a strisce parallele, dello spessore prescritto, con l'ausilio delle opportune guide di ferro, compressa e spianata con la spatola, e sopra di esse e mentre è ancora ben calda si spargerà della sabbia silicea di granulometria fine ed uniforme, la quale verrà battuta per ben incorporarla nello strato asfaltico.

Cartonfeltro bitumato - Nelle impermeabilizzazioni eseguite con l'uso di cartafeltro e cartonfeltro questi materiali avranno i requisiti prescritti all'art.9 e saranno posti in opera mediante i necessari collanti con giunti sfalsati.

Guaina bituminosa - Prima del trattamento con materiale impermeabilizzante si procederà ad una accurata pulizia delle superficie mediante aria compressa, regolarizzando poi la superficie per le parti mancanti o asportando eventuali sporgenze.

Si applicherà una mano di primer anche a spruzzo, per circa 0,5 Kg/mq di materiale bituminoso del tipo di quello della guaina. La guaina sarà di 3-4 mm di spessore, del tipo di cui all'art. 9.

I giunti tra le guaine dovranno sovrapporsi per almeno 8 cm e dovranno essere sigillati con fiamma e spatola metallica. nelle parti terminali si avrà particolare cura per evitare infiltrazioni, ricorrendo, se necessario, e anche a giudizio del direttore dei lavori, ad una maggiore quantità di massa bituminosa da stendere sul primer per una fascia di almeno un metro. Nelle parti da rinterrare, a contatto della guaina e prima di procedere al rinterro si metterà in opera un feltro di materiale sintetico imputrescibile di spessore di 3-4 mm, procedendo poi al rinterro con la cautela di evitare che massi lapidei spigolosi o di grosse dimensioni danneggino la guaina.

Sottomanto bituminoso - Sopra i massetti di solai in calcestruzzo, che devono ricevere un manto di copertura, potrà essere messo in opera, secondo le prescrizioni del Direttore dei lavori, uno strato di materiale impermeabilizzante, costituito da due mani di emulsione bituminosa stesa a freddo, oppure una guaina bituminosa armata con velo-vetro da 3 mm, oppure una guaina di maggiore consistenza.

Art. 36.2 Interventi di manutenzione e conservazione di manti bituminosi

In caso di interventi di conservazione di membrane bituminose sarà opportuno procedere tramite preventiva operazione di identificazione delle cause generanti le patologie. Solo successivamente si potranno effettuare in maniera puntuale idonee operazioni e trattamenti conservativi.

Sfarinamento, affioramenti, screpolature, fessurazioni - In caso di membrane che presentino superfici incartapecorite con fenomeni di sfarinamento, affioramenti, screpolature, fessurazioni sarà necessario applicare una mano di primer a solvente per rigenerare il piano di posa. Quindi procedere alla posa della nuova impermeabilizzazione con membrane bituminose anche in versione granigliata. L'applicazione avverrà mediante rivestimento a fiamma, scaldando la superficie del vecchio manto e la nuova membrana. Le cause principali di questi fenomeni sono essenzialmente da ricondursi ad una cattiva qualità della miscela bituminosa della membrana. L'eventuale presenza dell'isolante al di sotto della membrana può a volte aggravare la situazione.

Formazione di bolle - In presenza di formazione di bolle, dovute generalmente ad umidità preesistente sotto il manto impermeabile, sarà necessario asportare le bolle mediante taglio delle stesse ed incollaggio a fiamma dei lembi.

Successivamente si ripristinerà la zona ammalorata con la posa di un ritaglio di membrana. La formazione di bolle di vapore si può verificare a causa dell'assenza dei torrioni di ventilazione, in presenza di isolamenti in cemento cellulare, oppure per l'eccessiva umidità contenuta nella soletta durante la messa in opera.

Rottura del manto - In caso di rottura del manto di impermeabilizzazione a causa di un «movimento» della struttura, onde evitare il ripetersi del fenomeno, sarà necessario creare un giunto in opera sul manto stesso. L'intervento verrà realizzato mediante posa a secco di un profilo comprimibile. Successivamente si applicherà una fascia di membrana accavallata al giunto stesso, con funzione protettiva di coprigiunto. Ciò permetterà alla zona un gioco che allenterà notevolmente la tensione del manto impermeabile.

Le fessurazioni con andamento lineare si creano spesso quando la struttura è priva di giunti. Col tempo si forma un giunto "naturale" in un punto di maggiore sollecitazione e/o di minore compattezza, la soprastante impermeabilizzazione non potendo assecondarlo si lacera e fessura. Distacco del risvolto - Quando avviene il distacco del risvolto perimetrale del manto di impermeabilizzazione, dovuto generalmente all'insufficiente riscaldamento della membrana in fase di applicazione, sarà necessario rieseguire tutti i verticali di raccordo. In questo caso, prima dell'applicazione vera e propria, sarà necessario applicare una mano di primer per favorire una migliore adesione della membrana sul piano di posa.

Infiltrazioni d'acqua - Quando si avranno infiltrazioni d'acqua tra il bocchettone di scarico e l'impermeabilizzazione, dovute ad una inadeguata preparazione della flangia, si procederà mettendo a nudo la flangia stessa. Sarà quindi possibile riprendere l'impermeabilizzazione con dei ritagli di membrana sagomati e dimensionati all'esigenza; si procederà in seguito a reimpermeabilizzare la zona danneggiata.

Quando nelle impermeabilizzazioni a due strati si verificheranno infiltrazioni di acqua tra le due membrane con la creazione di sacche d'acqua, sarà indispensabile intervenire immediatamente per evitare il propagarsi del fenomeno.

Sarà necessario eliminare l'acqua mediante taglio e svuotamento.

Le riparazioni saranno realizzate reincollando i lembi tagliati e saldando i ritagli di membrana sulle zone colpite.

Dissaldatura di sormonte - In questi casi, la soluzione più idonea sarà quella di applicare sulle sormonte in questione, fasce di membrana armata in poliestere da circa 30 cm, perfettamente attaccate a fiamma e sigillate nei bordi laterali.

Infine, al termine di ogni operazione, sarà sempre opportuno applicare vernici bituminose protettive ottenute da bitumi fluidizzati con solventi organici.

Potranno essere pigmentate con polvere di alluminio o essere emulsionate con vernici acriliche.

Deformazione dei pannelli isolanti - I pannelli isolanti a causa di errata tecnica applicativa, scarsa qualità od eccessiva umidità subiscono fenomeni deformativi e di imbarcamento coinvolgendo il soprastante manto impermeabile.

In questo caso sarà molto difficile effettuare interventi conservativi in grado di garantire sufficiente tenuta. Sarà in questo caso opportuno rimuovere l'intero manto e procedere alla formazione di nuovo manto coibente ed impermeabile.

Nuova membrana applicata sulla esistente - Nel caso si dovesse procedere al rifacimento del manto impermeabile tramite la posa di una nuova membrana bituminosa sopra l'esistente, sarà opportuno procedere con la massima cautela a seconda del tipo di copertura sulla quale si andrà ad operare. In linea di massima se la protezione del manto è costituita da quadrotti o massetti realizzati in opera, bisognerà procedere alla loro rimozione con la massima attenzione senza in alcun modo intaccare il manto sottostante sia in fase di demolizione che di allontanamento e trasporto del materiale di risulta. Dopo accurata pulitura si potrà procedere alla stesura di nuovo manto con appropriata protezione secondo indicazioni della D.L. previa buona opera di imprimitura.

Nel caso di manti protetti con verniciatura o manti ardesiati ben ancorati al supporto sarà opportuno procedere alla realizzazione di buona opera di imprimitura, prima della applicazione della nuova membrana bituminosa da posarsi con rinvenimento a fiamma. In presenza di vecchi manti ardesiati e non aderenti e/o in fase di distacco e ondulazione sarà sempre opportuno procedere alla loro completa rimozione.

Art. 37. TECNICHE DI ELIMINAZIONE DELL'UMIDITÀ

Art. 37.1 Generalità

Il problema andrà affrontato primariamente in maniera indiretta, acquisendo conoscenza. La prima vera fase di intervento non sarà pertanto sulla materia da risanare, ma sul suo ambiente sull'intorno, sulle cause indirette che possono aver provocato il fenomeno (acque non raccolte, falde freatiche, rotture di canali, isolamenti non idonei ecc.). Solo in seconda battuta si potrà intervenire direttamente sul manufatto, sulle sue caratteristiche fisico chimiche, sulla sua effettiva consistenza materica e sul suo stato di degrado.

Solo dopo aver ottenuto le opportune risposte si potranno adottare opportune tecniche di intervento eliminando in prima istanza le cause innescanti al contorno.

Si opererà sempre per operazioni tra le più semplici e meno invasive, cercando di deumidificare tramite sistemi aeranti quali intercapedini, vespai, sistemi di raccolta e di deflusso, impianti di climatizzazione e riscaldamento

(spesso inesistenti o insufficienti), aumentando le superfici esposte, proteggendole al contempo tramite opportuni interventi idrofobizzanti.

Solo se tali operazioni preventive risultassero assolutamente insufficienti si potrà ricorrere ad interventi mirati, direttamente sul manufatto, adottando sistemi oggi suddivisi in quattro grandi famiglie:

- meccanici: taglio dei muri;
- aeranti: sifoni, malte traspiranti;
- elettrofisici: per conduzione elettrica;
- chimici: per occlusione dei capillari o per loro inversione.

Ognuna delle famiglie è composta da vari elementi, anche molto diversi tra loro, con aspetti positivi e/o negativi, con varie e a volte complesse modalità applicative. Le stesse singole famiglie non sono comunque in grado di dare soluzioni definitive, in special modo se si pensa che ognuna possa, in ogni caso applicativo, prevalere sull'altra.

Ogni sistema adottato od adottabile possiede almeno un punto debole, pertanto sarà sempre opportuno vagliare accuratamente le possibilità e le caratteristiche offerte dai mezzi in commercio raffrontandoli con l'edificio, con le particolarità e le peculiarità di ogni singolo manufatto. Nella maggior parte dei casi bisognerà intervenire con diverse modalità, in grado di garantire (ognuna nel suo campo specifico, rapportata e congiunta ad un progetto generale di intervento in parallelo con altri interventi) la soluzione ottimale nei confronti di quel ricco e complesso quadro patologico innescato dalle acque, di qualsiasi natura esse siano.

Art. 37.2 Drenaggi, contromurazioni, intercapedini, vespai

Si tratta di metodi di eliminazione dell'umidità che normalmente interessano fondazioni e/o muri interrati, in grado di assorbire acqua in fase liquida direttamente dal sottosuolo per capillarità. L'assorbimento si verifica alla base delle fondazioni, sulle pareti laterali e sulle pavimentazioni a diretto contatto con il terreno. L'acqua è in grado di penetrare anche sottoforma di vapore, a causa delle diverse pressioni di vapore che vengono a verificarsi tra l'aria dei locali dell'edificio interessato ed il terreno; in caso di condensa risulta chiaro che andrà ad incrementarsi il fenomeno della risalita capillare.

Drenaggi - Esterni, in grado di convogliare lontano dalla muratura le acque di scorrimento e quelle derivanti da falda freatica. Potranno essere disposti in aderenza ai muri oppure distaccati; nel primo caso si porrà, a contatto con il muro, una barriera impermeabile, costituita da guaine od ottenuta mediante pitture impermeabilizzanti.

Quando l'umidità è presente in quantità limitata per l'intercettazione dell'acqua potrà essere sufficiente una semplice trincea in ciottoli, scheggioni di cava sistemati a mano, dietro a muri di sostegno o a pareti controterra. In caso di quantità maggiori o nel caso di terreni impermeabili, sarà opportuno integrare il drenaggio con un tubo forato posto sul fondo della fossa con la funzione, di raccolta ed allontanamento delle acque in fognatura drenante.

Il materiale di riempimento per questo tipo di trincea dovrà essere di granulometria diversificata, sempre più fine man mano che ci si avvicina al tubo. Nel caso in cui si sia obbligati a scendere con lo scavo al di sotto della quota di fondazione sarà certamente opportuno posizionare la trincea ad almeno due metri dalla stessa per evitarne il possibile scalzamento.

Per evitare infiltrazione di acqua piovana bisognerà creare o ripristinare un marciapiede lungo tutto il perimetro dell'edificio. In tal modo l'assorbimento di umidità sarà ridotto al solo piano di appoggio della fondazione. Tale tipo di intervento potrà risultare efficace e risolutivo nei casi in cui la risalita capillare dell'umidità non superi i 40/50 cm, in tal caso bisognerà però predisporre un nuovo piano di calpestio per l'eventuale piano interrato esistente, creando un vespaio aerato di altezza logicamente maggiore ai 40 cm.

Nel caso in cui le fondazioni siano immerse in terreni saturi di acqua ed a profondità maggiori siano presenti strati di suolo di tipo assorbente (per esempio un banco di ghiaia sciolta) è possibile procedere al risanamento di locali interrati ricorrendo alla creazione di pozzi assorbenti.

Tali pozzi lasciano filtrare al loro interno l'acqua proveniente dal suolo saturo, convogliandola verso il sottostante banco assorbente. Si ottiene in tal modo un abbassamento del livello della falda acquifera ed un rapido prosciugamento delle acque piovane che, per gravità, penetrano nel terreno.

Contromurazioni - Metodologia applicativa abbastanza efficace nel miglioramento delle condizioni ambientali dei locali interni, atta a diminuirne i valori di umidità relativa. Per ottenere tali vantaggi la controparete deve :

- non presentare contatti con la parete umida (almeno 5 cm di distanza);
- non avere alcuna comunicazione tra l'aria umida dell'intercapedine ed il locale da risanare;
- impostarsi su uno strato di materiale impermeabile;

- avere un ricambio dell'aria umida verso l'esterno o in modo naturale o addirittura tramite elettroaspiratore, ma solo se si tratta di umidità ascendente dal terreno;
- nel caso di umidità da condensazione, deve possedere una chiusura ermetica anche verso l'esterno.

La soluzione più tradizionale è data da una controparete in mattoni pieni dello spessore di una testa, al fine di creare un vano di almeno 12 cm dotato di aperture, praticate in basso e in alto, nel muro esterno, in maniera da creare un tiraggio e quindi un modesto movimento d'aria all'interno dell'intercapedine.

Al posto dei mattoni sarà possibile utilizzare tavole o lastre, preverniciate con un impermeabilizzante sul lato interno, unite con malte idrofughe o, meglio ancora, utilizzando un sottilissimo foglio di alluminio che possa rivestire indifferentemente, previa intonacatura rustica, l'una o l'altra faccia.

Sarà anche possibile riempire la camera d'aria con lastre di polistirolo, schiume di resine, lana minerale, pomice sciolta.

Nel caso dell'intercapedine con circolazione di aria, si ottiene normalmente un minore isolamento termico, in quanto l'aria esterna, che entra a contatto con quella dell'intercapedine, scambia direttamente il calore con quest'ultima. Viene però assicurato lo smaltimento del vapore che si forma nei locali e di quello che si forma nell'intercapedine per evaporazione dell'acqua eventualmente infiltrata dalla parete esterna. Saranno comunque da prendere precauzioni particolari per la realizzazione dei fori di ventilazione, (del diametro di 18-20 mm ad un interasse di circa cm 150 sui due livelli) che non dovranno infatti permettere all'acqua esterna di penetrare all'interno dell'intercapedine. Saranno pertanto da eseguirsi con pendenza verso l'esterno ed essere protetti da un cappelletto (in metallo, pietra o laterizio) a guisa di gocciolatoio, che impedisce l'ingresso della pioggia e del vento diretto.

Intercapedini - La formazione di una larga intercapedine ventilata (50\70 cm), ha la funzione di arretrare il terrapieno favorendo la ventilazione di eventuali locali seminterrati.

In questo modo il muro potrà assorbire acqua soltanto dalla base e non più lateralmente, scaricandola nell'intercapedine sottoforma di vapore, portato poi verso l'esterno mediante canali di ventilazione, griglie, aperture dirette.

Tale tipo d'intercapedine dovrà di norma avere una profondità di almeno una volta e mezza rispetto all'altezza dell'umidità di risalita (umidità fino ad un metro, intercapedine metri 1,5).

La grigliatura di aerazione dovrà essere cadenzata ogni 4-5 parti chiuse.

Vespai - Accade molto spesso che l'umidità derivi più dai pavimenti che dai muri laterali, non sarà facile in questo caso stabilirne le cause dirette.

Sarà comunque opportuno procedere alla formazione di un vespaio orizzontale eventualmente collegato, tramite appositi fori, con l'intercapedine esterna.

I vespai sono tradizionalmente di due tipi:

- a riempimento (fossa riempita di schegge, pietrame, grossi ciotoli);
- a camere d'aria e muretti con uno strato impermeabilizzante alla base, altezza media di 50 cm posti ad interasse di 90 cm

La funzione è evidentemente quella di evitare un contatto diretto con l'acqua e l'umidità presente nel terreno.

Potrà anche non essere necessaria la predisposizione di bocchette di ventilazione, formando in tal caso un massetto di base di almeno 8 cm sul quale stendere uno strato impermeabile a base bituminosa o nel caso in cui il riempimento sia costituito da materiale asciutto e termoisolante.

Art. 37.3 Barriere al vapore

Per evitare il fenomeno della condensa sulle murature basta in genere inserire nell'edificio un adeguato impianto di riscaldamento e/o assicurare un adeguato ricambio d'aria al suo interno tramite adeguata ventilazione. Molto spesso sia la ventilazione che il riscaldamento sono i due mezzi di più immediata efficacia per un provvisorio miglioramento igienico dei locali umidi. Il metodo più semplice per eliminare ristagni e sacche d'aria satura è quello che utilizza bocche di aerazione a livello del pavimento, nel muro di spina, come risulta conveniente sostituire con griglie gli specchi inferiori delle porte.

Il numero e le dimensioni delle bocche debbono essere proporzionali al volume d'aria del locale. In ogni caso la luce complessiva non dovrà mai essere inferiore a 0,1 m² per ogni 100 m³ di ambiente, con spessori di muro superiori ai 60 cm sarà bene che ogni bocca abbia dimensioni non inferiori a cm 25 x 25 ubicandone una ogni 3/4 metri di parete.

Il fenomeno tuttavia potrebbe riverificarsi; andrà per tanto valutata l'opportunità di ridurre la dispersione termica dei muri con materiale coibente.

Vari i tipi di prodotti presenti sul mercato che si prestano allo scopo. Dallo strato di carta bituminata ai fogli di alluminio fissati con adesivi al lato interno e ricoperti da intonaco macroporoso; dalle lastre di resine espanse, ai pannelli di fibra minerale.

Sarà in ogni caso sempre opportuno assicurarsi dell'assoluta continuità della barriera realizzata evitando qualsiasi punto di ponte termico.

Art. 37.4 Taglio meccanico con inserimento di barriere impermeabili

È un metodo per il risanamento delle murature interessate da risalita capillare, atto a bloccarne definitivamente il processo tramite l'inserimento di uno sbarramento orizzontale.

Si effettuerà con macchinari di diverso tipo, un taglio meccanico delle murature in cui si inseriscono vari tipi di prodotti assolutamente impermeabili.

Questa tecnica può presentare difficoltà in costruzioni piuttosto degradate ed attempate a causa della irregolarità dei corsi di mattoni, per il cocchiame delle murature a sacco, per l'inconsistenza dei giunti di malta, per murature di tipo misto.

Nelle zone a rischio sismico, la discontinuità tra i materiali potrebbe anche causare scorrimenti incontrollati dei muri ai quali è però possibile rimediare utilizzando lastre di vetroresina sabbiate atte a garantire maggior aderenza con le malte, e/o leganti a base di resine epossidiche.

Il taglio meccanico sarà quindi da utilizzarsi solo ed esclusivamente in caso di effettivo bisogno, quando cioè ogni altro tipo di intervento al contorno non fosse in grado di assicurare in maniera accettabile l'eliminazione anche parziale dell'umidità da risalita, sempre e comunque solo nei confronti di murature piuttosto sane e ben amalgamate senza alcun problema dal punto di vista strutturale e statico.

La metodologia di intervento prevede in prima fase l'eliminazione dell'intonaco alla base del muro da risanare, per poi procedere al taglio con macchine in grado di regolarne l'altezza, l'inclinazione e la profondità.

Taglio con la sega - Principalmente indicato per murature con disposizione a filari orizzontali dei blocchi e con giunti di malta di spessore uguale o superiore al centimetro. A queste condizioni il taglio, che avrà quindi approssimativamente lo spessore della sega (circa 8 mm), potrà avvenire piuttosto agevolmente nell'ambito dello spessore del giunto di malta, eseguito a tratti orizzontali della lunghezza di circa un metro. La macchina è normalmente costituita da un piccolo carrello su quattro ruote che viene fatto scorrere orizzontalmente su due palanche parallele poggiate al suolo e livellate. Sul carrellino viene installata la sega a motore, del tipo a catena fra due pulegge dentate, che può essere regolata in senso verticale.

Taglio con il filo - è un procedimento analogo a quello normalmente usato nelle cave di pietre e marmi. In un primo tempo sperimentato nel taglio di pareti in calcestruzzo armato, si rende altrettanto utile nel taglio di pareti di elevato spessore, dove le normali seghe a catena o circolari risultano di difficile o impossibile utilizzo.

La macchina è essenzialmente costituita da una grossa puleggia motrice che fa ruotare il filo segante e, nel contempo, lo tiene in tensione con un sistema idraulico che agisce sull'asse della stessa puleggia motrice.

Il grande vantaggio del sistema è da un lato la mancanza quasi assoluta di rumorosità dall'altro la riduzione delle inevitabili vibrazioni legate a qualsiasi sistema di taglio meccanico.

Taglio con carotatrice - In questo sistema il mezzo meccanico è una carotatrice ad asse orizzontale azionata da un motore elettrico di 0,7 Kw anche essa in grado di funzionare con vibrazioni ed urti ridotti, operando con moto rotativo uniforme in grado di perforare muri di qualsiasi spessore.

Il sistema prevede la creazione alla base delle murature di una serie di fori orizzontali ed adiacenti, del diametro di 30-35 mm, che andranno poi messi in comunicazione tra di loro asportando le parti di muro rimaste con una seconda serie di perforazioni. Con quindici perforazioni si andrà ad ottenere una fessura standardizzata, pulita, con una lunghezza frontale di 40-45 cm che andrà successivamente riempita con resina poliesteri allo stato fluido in grado di polimerizzare in tre o quattro ore senza ritiro sensibile e di reggere immediatamente il carico soprastante della muratura. Dopo l'indurimento della resina si potrà procedere nell'operazione perforando il settore di muro adiacente.

In linea di massima, una volta eseguito il taglio meccanico della muratura da risanare ed effettuata la pulizia del segmento tramite scopinetti e aria compressa si potranno inserire:

- fogli di polietilene;
- fogli in vetroresina (resine poliesteri + fibre di vetro);
- lamine in acciaio inox al cromo (inserite direttamente nelle fughe della muratura, in corrispondenza delle malte di allettamento, con un apparecchio simile ad un martello pneumatico);

- resine poliesteri liquide;
- resine epossidiche liquide;
- malte pronte impermeabilizzanti.

I fogli isolanti vanno sovrapposti per circa 4-5 cm facendoli sporgere per 2 o 3 cm dalla parete.

Per ogni tratto di taglio che si andrà a realizzare saranno da inserirsi zeppe di plastica con la funzione di mantenere momentaneamente la continuità statica della muratura tagliata, sino a quando il legante iniettato a saturazione non avrà raggiunto il giusto grado di indurimento e resistenza.

Una volta inserita la barriera si asporta l'intonaco deteriorato dall'umidità per ottenere la completa essiccazione del muro: di solito è necessario attendere per un periodo (dai 6 mesi ai 2 anni) che varia in funzione del livello di umidità del muro, del suo spessore e della ventilazione degli ambienti.

Prima di procedere alla messa in opera del nuovo intonaco sarà opportuno procedere ad un accurato lavaggio della parete risanata per eliminare completamente ogni residuo di polvere, croste nere, efflorescenze saline.

Quando l'intonaco è essiccato si deve rifilare con un flessibile la barriera e completare l'intonacatura nella parte sottostante, tenendo lo spessore dell'intonaco più sottile per evitare punti di risalita.

In casi specifici, con murature molto sature di umidità e di sali solubili, sarà bene non procedere alla rimozione del vecchio intonaco ammalorato che potrà così diventare una vera e propria carta assorbente sulla quale potranno depositarsi i sali in evaporazione. La cristallizzazione delle efflorescenze saline potrà così avvenire su una superficie che andrà comunque rimossa senza andare in alcun modo a compromettere la sottostante struttura muraria.

Art. 37.5 Formazione di barriere chimiche

Il funzionamento di questi sistemi si basa sul principio che l'altezza della risalita di umidità dipende dalla tensione superficiale presente nelle pareti dei pori; le resine silconiche sciolte che normalmente vengono utilizzate nel sistema, sono in grado di innalzare una barriera contro l'infiltrazione e la risalita capillare dell'acqua tanto più efficace tanto maggiore è la capacità del prodotto di penetrare in profondità per tutta la sezione della muratura.

Non permettendo all'acqua di bagnare le pareti dei pori, queste sostanze, normalmente silani organici veicolati in solvente, (sodio silicato, potassio metil-siliconato, organo silossano normale e modificato) riescono ad invertire il menisco da concavo a convesso, bloccando la risalita.

Sarà indispensabile la perfetta conoscenza della muratura, delle sue malte dei suoi mattoni, della sua omogeneità prima di procedere alla sua impregnazione, come sarà indispensabile analizzare chimicamente i materiali ed i tipi di sali eventualmente presenti alcuni di essi possono infatti influire negativamente nella deumidificazione e, in ogni caso, andranno eliminati trasformandoli da idrosolubili in solubili.

Sarà molto difficile utilizzare il sistema in presenza di murature a secco; in questo caso si potrà intervenire differenziando l'intervento, trattando con tecniche e con impregnanti diversi il contorno piuttosto che il riempimento, badando di avere una buona conoscenza del materiale interno ottenuta tramite carotaggi ed analisi puntuali. In questo caso si renderà opportuno attuare un preconsolidamento del riempimento prima di effettuare l'impregnazione.

Sarà comunque sempre molto difficile ottenere una diffusione omogenea e perfetta che renda impermeabile un intero strato orizzontale di muro da una parete all'altra, senza di che il blocco dell'umidità da risalita resta parziale. È noto che la riduzione anche forte della sezione assorbente non impedisce all'acqua di risalire attraverso la strozzatura, sarà solo una questione di tempi, ma il risultato sarà sempre il medesimo.

Perciò o l'intercettazione dell'umidità da risalita capillare è ottenuta al cento per cento della sua sezione orizzontale, o avremo comunque presenza di umidità anche se rallentata.

Si potrà optare tra due tecniche fondamentali di impregnazione: a lenta diffusione (a) o a pressione (b).

a) Il formulato silconico viene iniettato da trasfusori che inseriti in fori alla base delle murature, immettono lentamente la sostanza all'interno del muro.

I trasfusori sono costituiti da un recipiente graduato, da un tubo iniettore, da gommini diffusori in spugna sintetica.

Il liquido impregna il muro salendo per capillarità e scendendo per gravità.

Alla fine dell'operazione la muratura risulterà impregnata per una profondità pari a quella del muro, per circa 20 cm intorno al foro.

Prima di dare inizio ai lavori, è chiaramente necessario esaminare le condizioni ambientali di operatività e la consistenza fisico-materica del manufatto, prima di procedere a tracciare la quota e la distribuzione dei fori.

In genere vengono eseguiti fori del diametro di 27 mm, distanziati di circa 15 cm e ad una altezza dalla quota più alta di pavimentazione di circa 15-20 cm, sempre badando di non raggiungere l'altra parete del muro per evitare trasudazioni del prodotto.

Nel caso in cui si dovesse intervenire su di una muratura a contatto con un terrapieno o con una parte di muro ancora impregnato di umidità, sarà opportuno praticare fori in verticale sino a superare di circa mezzo metro la quota di umidità del muro adiacente o il livello del terrapieno.

Dopo aver predisposto i fori si dovranno murare i trasfusori con cemento rapido esente da sali stuccando fessure o sconnessure per evitare fuoriuscite di prodotto.

Il formulato impregna le murature porose in poche ore e quelle compatte in poco più di un giorno, ma risulta operante come idrofobizzante solo dopo qualche settimana, quando si è completata la polimerizzazione.

Al termine dell'intero ciclo di intervento bisognerà operare un intervento di carattere distruttivo asportando gli intonaci da terra sino a tutta la fascia interessata dall'operazione di impregnazione. L'intervento si rende necessario in quanto il vecchio intonaco impedisce ai siliconati di attivare la loro idrorepellenza tramite l'ossigeno che assorbono dall'atmosfera cedendo CO₂, e perché la trasudazione dell'acqua crea una notevole concentrazione di sali che attirano l'umidità dall'aria rovinando comunque gli intonaci.

La tecnica descritta esercita sempre una leggera spinta idrostatica a causa del dislivello fra recipiente graduato e foro; se le murature sono particolarmente degradate e con molte fessure, la pressione, pur molto bassa, agisce in modo da far aggirare al fluido i volumi più compatti, cioè con pori più sottili, che invece sono i più esposti alla risalita capillare.

È possibile in questi casi utilizzare un sistema grazie al quale la impregnazione si attua per lenta diffusione mediante uno stoppino imbevuto di una sostanza impregnante inserito all'interno della muratura.

- b) L'impregnazione a pressione prevede l'iniezione all'interno delle murature di un formulato veicolato in solventi, utilizzando un piccolo compressore a bassa pressione.

Il sistema può favorire l'espulsione, dai pori già saturi dell'acqua in essi contenuta, e facilitare la penetrazione del prodotto idrofobo.

Le modalità di esecuzione non sono particolarmente complesse: si tratta di togliere l'intonaco da entrambe le pareti del muro sino ad una altezza di 50-60 cm dal pavimento e quindi tracciare i livelli ed i punti in cui si andranno ad eseguire le iniezioni.

Dopo aver eseguito fori di 10-12 mm di diametro per mezzo di un trapano, distanziati tra loro di 10-12 cm anche su doppia fila, a circa 15-20 centimetri dal livello più alto del pavimento, saranno da inserire gli ugelli di iniezione. La perforazione viene di norma eseguita per una profondità di circa 9-10 cm, la pressione di esercizio si aggira intorno alle 5 atmosfere per le murature in mattoni, alle 2 atmosfere per murature in pietrame non assorbente.

Se si interviene su murature di mattoni pieni e di forte spessore sarà opportuno operare su entrambe le pareti della muratura perforandole con un trapano a rotoperussione.

Posizionato l'iniettore, provvisto di valvola di tenuta, si immette la sostanza impregnante utilizzando lo stesso foro come camera di distribuzione del liquido, sino a rifiuto.

Art. 37.6 Utilizzo di sistemi elettro-osmotici

Il sistema si basa sull'inversione del fenomeno fisico dell'elettro osmosi, che si verifica per mezzo di una differenza di potenziale elettrico tra liquidi separati da un corpo poroso quale può essere una parete.

Agendo il terreno da polo positivo, le forze elettro-osmotiche tendono a trasportare l'acqua verso il muro che agisce da catodo (polo negativo). La differenza di potenziale che esiste in un determinato luogo, fra il terreno nei suoi strati profondi e le murature a livello, dipende da fattori fisico-chimici, dalla quantità e qualità dell'acqua contenuta nel terreno, ecc., fattori dei quali ancora non è singolarmente individuata l'influenza sul fenomeno elettrosmotico.

Esistono procedimenti di deumidificazione elettro-osmotica in grado di invertire la polarità, mediante un impianto composto da anodi inseriti nella muratura, da un catodo infisso nel terreno e da un alimentatore di corrente continua; tutto il sistema agisce in modo da spingere l'acqua dal muro nel terreno, eliminando alla base la risalita capillare.

Il sistema ha di norma trovata buona applicabilità in tutti quei casi dove ci fosse bisogno di abbassare corposamente il contenuto d'acqua presente in materiali porosi. Materiali contenenti però una altissima percentuale d'acqua (70-90%) ben diversa da quella che un mattone comune riesce ad accogliere (max 30%).

Il procedimento elettro-osmotico è così in grado di abbassare nei materiali a grande assorbimento, il contenuto d'acqua sino al 25%, cosa che percentualmente sembra non avvenire nelle murature in mattoni che dall'iniziale 30% non scendono al di sotto del 12-14%.

Il dispositivo, applicazione di un principio fisico, può essere realizzato piuttosto semplicemente con una leggerissima corrente continua di 6-8 volt.

Viene di norma installato nei muri da prosciugare, un conduttore di rame del diametro di circa 5 mm posato orizzontalmente a circa 70-80 cm dal terreno. Il conduttore può essere semplicemente accostato alla superficie esterna del paramento oppure incassato nella muratura o inglobato nell'intonaco.

Il filo di rame viene collegato elettricamente al muro tramite spezzoni (sonde) saldati ad esso a circa 50 cm l'uno dall'altro infilati poi nella muratura tramite foratura con trapano o carotatrice. Il conduttore di rame viene poi collegato con delle prese a terra per chiudere il circuito, infisse nel terreno sino ad una quota inferiore al piano di fondazione.

Art. 37.7 Utilizzo di intonaci macroporosi

Fino ad ora sono stati descritti metodi di eliminazione dell'umidità ottenuti tramite sbarramenti, deviazioni e convogliamenti delle acque atti ad eliminare fenomeni in atto di una certa consistenza e gravità.

Una metodologia volta al prosciugamento delle murature umide che spesso viene applicata quale soluzione definitiva al problema, è quella che utilizza intonaci ad elevata porosità in grado di aumentare la velocità di evaporazione dell'acqua.

Di fatto tali tipi di intonaci applicati inopinatamente non saranno mai in grado di garantire alcun tipo di deumidificazione, garantendo invece un buon prosciugamento dei residui di acqua una volta bloccata la fonte principale di adescamento.

Saranno sempre e comunque da utilizzarsi con molta attenzione, avendo l'accortezza di analizzarne le componenti fisico-chimiche per non incorrere nel rischio di porre in opera intonaci esclusivamente idrorepellenti che assolutamente non risolvono il problema, ma non fanno altro che spostarlo o mascherarlo.

Gli intonaci macroporosi sono in genere costituiti da malte di sabbia e cemento, cui si aggiunge una schiuma contenente prodotti porogeni ottenuta con una macchina soffiatrice. La schiuma ha lo scopo di aumentare il volume dei vuoti nell'intonaco, e quindi la superficie di evaporazione del muro. È da tenere presente che l'intonaco è formulato in modo da eliminare lo spostamento della massa umida dalla superficie del muro verso l'interno (effetto idrorepellente). Prima di dare l'intonaco a schiuma, che può certamente aumentare l'evaporazione, ma anche invertirne il processo se l'umidità relativa dell'atmosfera è maggiore della tensione di vapor d'acqua della muratura, è opportuno stendere un primo strato di intonaco, cui si è additivato un impermeabilizzante. Tale intonaco ha lo scopo di trasformare in vapore l'acqua pervenuta ad esso per via capillare, l'acqua infatti tenderà di raggiungere l'atmosfera per diffusione, non potendo trasmigrare per via capillare. Proprio alla composizione di questo primo strato di intonaco bisognerà porre molta attenzione, in particolar modo al tipo di prodotto impermeabilizzante che fungerà da additivo.

Art. 38. OPERE IN LEGNAME

Art. 38.1 Opere da carpentiere

Tutti i legnami da impiegarsi in opere permanenti da carpentiere (grossa armatura di tetto, travature per solai, impalcati, ecc.), devono essere lavorati con la massima cura e precisione, secondo ogni buona regola d'arte e in conformità alle prescrizioni date dalla Direzione dei Lavori.

Tutte le giunzioni dei legnami debbono avere la forma e le dimensioni prescritte, ed essere nette e precise in modo da ottenere un perfetto combaciamento dei pezzi che devono essere uniti.

Non è tollerato alcun taglio in falso, né zeppe o cunei, né qualsiasi altro mezzo di guarnitura o ripieno.

Qualora venga ordinato dalla Direzione dei Lavori, nelle facce di giunzione, verranno interposte delle lamine di piombo o di zinco, od anche del cartone incatramato.

Le diverse parti dei componenti un'opera in legname devono essere tra loro collegate solidamente mediante caviglie, chiodi, squadre, staffe di ferro, fasciature di reggia od altro, in conformità alle prescrizioni che saranno date.

Dovendosi impiegare chiodi per collegamento dei legnami, è espressamente vietato farne l'applicazione senza apparecchiare prima il conveniente foro col succhiello.

I legnami prima della loro posizione in opera e prima dell'esecuzione della spalmatura di catrame o della coloritura, se ordinata, debbono essere congiunti in prova nei cantieri, per essere esaminati ed accettati provvisoriamente dalla D.L.

Tutte le parti dei legnami che rimangono incassate nella muratura devono, prima della posa in opera, essere convenientemente spalmate di catrame vegetale o di carbolineum e tenute, almeno lateralmente e posteriormente, isolate in modo da permettere la permanenza di uno strato di aria possibilmente ricambiabile.

Art. 38.2 Infissi in legno - norme generali

Per l'esecuzione dei serramenti od altri lavori in legno l'Appaltatore dovrà servirsi di una Ditta specialista e ben accettata dalla D.L. Essi saranno sagomati e muniti degli accessori necessari, secondo i disegni di dettaglio, i campioni e le indicazioni che darà la D.L.

Il legname dovrà essere perfettamente lavorato e piallato e risultare, dopo ciò, dello spessore richiesto, intendendosi che le dimensioni dei disegni e gli spessori debbono essere quelli del lavoro ultimato, né saranno tollerate eccezioni a tale riguardo.

I serramenti e gli altri manufatti saranno piallati e raspati con carta vetrata e pomice, in modo da far scomparire qualsiasi sbavatura. È proibito inoltre assolutamente l'uso del mastice per coprire difetti naturali del legno o difetti di costruzione.

Le unioni dei ritri con traversi saranno eseguite con le migliori regole dell'arte: i ritri saranno continui per tutta l'altezza del serramento, ed i traversi collegati a dente e mortisa, con caviglie di legno duro e con biette, a norma delle indicazioni che darà la D.L.

I denti e gli incastri a maschio e femmina dovranno attraversare dall'una all'altra i pezzi in cui verranno calettati, e le linguette avranno comunemente la grossezza di 1/3 del legno e saranno incollate.

Nei serramenti ed altri lavori a specchiatura, i pannelli saranno uniti ai telai ed ai traversi intermedi mediante scanalature nei telai e linguette nella specchiatura, con sufficiente riduzione dello spessore per non indebolire soverchiamente il telaio. Fra le estremità della linguetta ed il fondo della scanalatura deve lasciarsi un gioco per consentire i movimenti del legno della specchiatura.

Nelle fodere, dei serramenti e dei rivestimenti, a superficie liscia o perlinate, le tavole di legno saranno connesse, a richiesta della D.L., o a dente e canale ed incollatura, oppure a canale unite da apposita animella o linguetta di legno duro incollata a tutta lunghezza.

Le battute delle porte senza telaio verranno eseguite a risega, tanto contro la mazzetta quanto fra le imposte.

Le unioni delle parti delle opere in legno e dei serramenti verranno fatte con viti; i chiodi o le punte di Parigi saranno consentiti soltanto quando sia espressamente richiesta dalla D.L.

Tutti gli accessori, ferri ed apparecchi a chiusura, di sostegno, di manovra ecc., dovranno essere, prima della loro applicazione, accettati dalla D.L. La loro applicazione ai vari manufatti dovrà venire eseguita a perfetto incastro, in modo da non lasciare alcuna discontinuità, quando sia possibile, mediante bulloni a viti.

Quando trattasi di serramenti da aprire e chiudere, ai telai maestri od ai muri dovranno essere sempre assicurati appositi ganci, catenelle o altro, che, mediante opportuni occhielli ai serramenti, ne fissino la posizione quando i serramenti stessi debbono restare aperti. Per ogni serratura di porta od uscio dovranno essere consegnate due chiavi.

A tutti i serramenti ed altre opere in legno, prima del loro collocamento in opera e previa accurata pulitura a raspa e carta vetrata, verrà applicata una prima mano di olio di lino cotto accuratamente spalmato in modo che il legname ne resti ben impregnato. Essi dovranno conservare il loro colore naturale e, quando la prima mano sarà ben essiccata, si procederà alla loro posa in opera e quindi alla loro pulitura con pomice e carta vetrata.

Per i serramenti e le loro parti saranno osservate le prescrizioni di progetto, oltre alle norme che saranno impartite dalla D.L. all'atto pratico.

Resta inoltre stabilito che quando l'ordinazione riguarda la fornitura di più serramenti, appena avuti i particolari per la costruzione di ciascun tipo, l'Appaltatore dovrà allestire il campione di ogni tipo che dovrà essere approvato dalla D.L. e verrà depositato presso di essa. Detti campioni verranno posti in opera per ultimi, quando tutti gli altri serramenti saranno stati presentati ed accettati.

Ciascun manufatto in legno o serramento prima dell'applicazione della prima mano di olio di lino cotto dovrà essere sottoposto all'esame ed all'accettazione provvisoria della D.L., la quale potrà rifiutare tutti quelli che fossero stati verniciati o coloriti senza accettazione.

L'accettazione dei serramenti e delle altre opere in legno non è definita se non dopo che siano stati posti in opera, e se, malgrado ciò, i lavori andassero poi soggetti a fenditure e screpolature, incurvamenti e dissesti di qualsiasi specie, prima che l'opera sia definitivamente collaudata, l'Appaltatore sarà obbligato a rimediare, cambiando, a sue spese, i materiali e le opere difettose.

Art. 38.3 Interventi di conservazione

Tutti i serramenti che a insindacabile giudizio della D.L. andranno completamente recuperati e conservati, andranno rimossi e ricoverati in laboratorio per effettuare tutte quelle idonee operazioni di pulitura, stuccatura, revisione, trattamento, necessarie per garantirne un buon funzionamento ed una buona tenuta migliorandone quindi le caratteristiche prestazionali richieste dalla normativa UNI.

Si effettueranno preventivamente operazioni di pulitura tramite abrasivatura delle superfici, eventuale utilizzo di appositi svernicianti ed eventuale immersione del serramento in soda caustica. Si procederà in seguito ad

operazioni di stuccatura e rasatura, all'eventuale sostituzione di parti eccessivamente degradate, all'incollatura, il rinzeppamento, l'incavicchiamento degli incastri. Si effettuerà la scartavetratura finale leggera, l'applicazione di doppia mano di olio di lino, l'applicazione di impregnante pigmentato o di adatta vernice coprente. Si verificherà inoltre la ferramenta, si effettuerà l'eventuale smontaggio e rimontaggio utilizzando nuove viti con il rinzeppamento dei fori. Il loro trattamento o la loro completa sostituzione saranno da concordarsi con la D.L. L'Appaltatore dovrà inoltre migliorarne la tenuta all'acqua mediante l'applicazione di bande impermeabili verticali ed orizzontali (guarnizioni) che separino i paramenti esterni da quelli interni; migliorare la tenuta delle giunzioni poste tra il telaio fisso e la muratura sigillandole mediante specifici elastomeri siliconici, poliuretanici; migliorare la tenuta dei raccordi tra i serramenti ed i davanzali con i sistemi ritenuti più idonei dalla D.L. L'Appaltatore sarà inoltre tenuto ad impiegare guarnizioni dalle dimensioni e dallo spessore adatti, in modo che, dopo aver chiuso i serramenti, le loro cerniere non siano sottoposte a notevoli sollecitazioni.

Art. 39. OPERE IN FERRO

Art. 39.1 Norme generali e particolari

Nei lavori in ferro questo deve essere lavorato diligentemente con maestria, regolarità di forme e precisione di dimensioni, secondo i disegni che fornirà la D.L., con particolare attenzione nelle saldature e bolliture. I fori saranno tutti eseguiti con il trapano, le chiodature, ribaditure ecc. dovranno essere perfette, senza sbavature; i tagli essere rifiniti a lima.

Saranno rigorosamente rifiutati tutti quei pezzi che presentino imperfezione od inizio di imperfezione.

Ogni pezzo od opera completa in ferro dovrà essere rifinita a piè d'opera colorita a minio.

Per ogni opera in ferro, a richiesta della D.L., l'Appaltatore dovrà presentare il relativo modello, per la preventiva approvazione.

L'Appaltatore sarà in ogni caso obbligato a controllare gli ordinativi ed a rilevare sul posto le misure esatte delle diverse opere in ferro, essendo egli responsabile degli inconvenienti che potessero verificarsi per l'omissione di tale controllo.

In particolare si prescrive:

- *Inferrate, cancellate, cancelli ecc.* - Saranno costruiti a perfetta regola d'arte, secondo i tipi che verranno indicati all'atto esecutivo. Essi dovranno presentare tutti i regoli ben dritti, spianati ed in perfetta composizione. I tagli delle connesure per i ferri incrociati mezzo a mezzo dovranno essere della massima precisione ed esattezza, ed il vuoto di uno dovrà esattamente corrispondere al pieno dell'altro, senza la minima ineguaglianza o discontinuità.

Le inferrate con regoli intrecciati ad occhio non presenteranno nei buchi, formati a fuoco, alcuna fessura.

In ogni caso l'intreccio dei ferri dovrà essere dritto ed in parte dovrà essere munito di occhi, in modo che nessun elemento possa essere sfilato.

I telai saranno fissati ai ferri di orditura e saranno muniti di forti grappe ed arpioni, ben inchiodati ai regoli di telaio, dimensioni e posizioni che verranno indicate.

- *Infissi in ferro* - Gli infissi per finestre, vetrate ed altro, potranno essere richiesti con profilati in ferro-finestra o con ferri comuni profilati.

In tutti e due i casi dovranno essere simili al campione che potrà richiedere o fornire la Stazione appaltante. Gli infissi potranno avere parte fissa od apribile, anche a vasistas, come sarà richiesto; le chiusure saranno eseguite a ricupero ad asta rigida, con corsa inversa ed avranno il fermo inferiore e superiore. Il sistema di chiusura potrà essere a leva o a manopola a seconda di come sarà richiesto. Le cerniere dovranno essere a quattro maschiettature in numero di due o tre per ciascuna partita dell'altezza non inferiore a cm 12, con ghiande terminali.

Gli apparecchi di chiusura e di manovra in genere dovranno risultare bene equilibrati e non richiedere eccessivi sforzi per la chiusura.

Le manopole e le cerniere, se richiesto, saranno cromate.

Le ante apribili dovranno essere munite di gocciolatoio.

Le ferramenta di ritegno dovranno essere proporzionate alla robustezza dell'infisso stesso.

Art. 39.2 Sistema di profili metallici isolato termicamente

Sistema di profili

Sistema di profili per la costruzione di porte e finestre.

Profondità costruttiva del telaio 70 mm.

Sistema di profili isolato termicamente, composto da profili a semiguscio chiusi, dove l'isolamento termico è assicurato da componenti in acciaio inossidabile in combinazione con una copertura in EPDM.

Telaio e ante/battenti complanari sul lato esterno e a sormonto sul lato interno. Finestre con triplo sistema di tenuta, composto da guarnizioni perimetrali esterne, centrali ed interne. Porte equipaggiate con guarnizioni di battuta sia sul lato interno che esterno.

Gli elementi devono essere prodotti in conformità delle direttive del produttore del sistema.

Tecnologia di assemblaggio

La procedura di lavorazione ed assemblaggio prevede il taglio, la saldatura e la molatura. Non sono consentiti tipologie di assemblaggi di tipo meccanico e/o tramite squadrette a vite ed a punzone.

Fermavetro

Fermavetro realizzati con profili di bloccaggio con taglio ortogonale e fissati in modo invisibile.

Qualità dei materiali

profili in acciaio rivestito.

Requisiti fisico-costruttivi dei serramenti tipo finestre

I profili devono obbligatoriamente possedere i seguenti requisiti minimi:

- Valore U (dispersione di calore) di finestre/porte (Uw): 1,6 W/m²K
- Permeabilità all'aria classe 4 a 600 Pa (classificazione sec. EN 12207).
- Tenuta alla pioggia battente classe E1050, (classificazione sec. EN 12208).
- Resistenza al carico del vento classe C5/B5 (classificazione sec. EN 12210).

Requisiti fisico-costruttivi dei serramenti tipo porta

I profili devono obbligatoriamente possedere i seguenti requisiti minimi:

- Valore U (dispersione di calore) di finestre/porte (Uw): 1,6 W/m²K
- Permeabilità all'aria classe 3 (classificazione sec. EN 12207).
- Tenuta alla pioggia battente classe E900 (classificazione sec. EN 12208).
- Resistenza al carico del vento classe C3 (classificazione sec. EN 12210).

Isolamento acustico in aria

I prodotti con le proprietà fonoisolanti definite nella norma EN ISO 140 sono descritti in corrispondenza delle singole voci. I parametri di riferimento si intendono misurati sul prodotto montato.

Certificazioni statiche

La certificazione statica deve essere richiesta e presentata dall'impresario. È indispensabile adeguare le dimensioni dei profili alle esigenze statiche, prevedendo opportuni rinforzi all'occorrenza.

È inoltre necessario adempiere ai seguenti criteri costruttivi:

- Dimensionamento dei supporti e dei punti di fissaggio in considerazione dei carichi intrinseci e legati all'affluenza.
- Garanzia di assorbimento degli spostamenti o delle inflessioni mediante interventi strutturali.
- Garanzia di dilatabilità mediante adozione di adeguati provvedimenti atti a prevenire i rumori da tensioni meccaniche.

Trattamento dell'acciaio

Pretrattamento conforme a EN ISO 12944 Sezione 4.

Scelta del rivestimento in conformità della direttiva nazionale.

Tonalità: *come serramenti esistenti e già posati nell'edificio restaurato (Lotto 1 e lotto 2).*

Elementi in vetro isolante

La vetratura deve essere prodotta in conformità delle direttive emanate dal produttore del sistema, in modo particolare per quanto riguarda il dimensionamento e il rispetto delle distanze dei supporti dai bordi delle lastre.

Vetro isolante Tipo: vetrocamera di sicurezza basso emissivo

Valore U_g: 1,1 W/m²K

Parametro di isolamento acustico: 38 dB.

Struttura dall'interno verso l'esterno:

- Lastra interna: 4+4.1

- Intercapedine (riempimento con gas): minimo 16 mm Gas Argon 90%
- Lastra esterna: 4+4.1 basso emissivo

Pannellature

Nucleo costituito da pannelli in materiale sintetico (polistirolo o simili) carenato su entrambi i lati con lamiera di acciaio o alluminio di spessore 1.5 mm. Pannelli sigillati a tenuta d'acqua sui bordi. Modalità di fissaggio analoghe alle vetrate.

Fissaggio di vetrate e pannellature

Vetratura al silicone con impiego di nastri distanziatori e di un prodotto al silicone adeguato, resistente ai raggi ultravioletti.

Accessori di porte e finestre

Accessori del sistema alloggiati in posizione invisibile all'interno della battuta. Si devono impiegare esclusivamente accessori di qualità comprovata, sufficientemente dimensionati per le sollecitazioni previste e conformi all'identikit di requisiti previsto per gli accessori del sistema. Tutti gli accessori di fissaggio richiesti, i costi per la messa a punto iniziale e le prove di funzionamento devono essere compresi nel prezzo.

Meccanismo di apertura/chiusura per finestra

Ferramenta a nastro alloggiata incamera europea con arresto in più posizioni atta alla chiusura e apertura dell'anta mobile.

Funzione di anta/ribalta per tutte le finestre.

Maniglie per finestre

Maniglia in metallo leggero, *come esistenti e già posate nell'edificio restaurato (Lotto 1 e Lotto 2)*.

Cerniere per finestre

Cerniere proprie del sistema visibili con calottine di protezione.

Serrature per porte

Battente mobile con serratura incassata a 1 punto di chiusura.

Cerniere per porte

- Cerniera saldata regolabile
- 2/3 cerniere per ogni battente. A seconda della dimensione del serramento

Ermetizzazione sottoporta

Guarnizione con congegno meccanico a scomparsa, tipo Stadi o simili. Tubolare della soglia passante in acciaio inossidabile.

Attacchi di montaggio

Per il montaggio di strutture saldate sovradimensionate, è necessario concordare preventivamente con l'architetto le posizioni degli attacchi di montaggio e di prevedere adeguati interventi di protezione anticorrosione.

Lamiere di raccordo alle opere edili

Le lamiere di raccordo alle pareti, ai soffitti e allo zoccolo sui lati interno ed esterno sono costituite da lamiere di alluminio di spessore 2 mm con numerosi smussi o da lamiere di acciaio inossidabile di spessore 1.5 mm. Tutte le intercapedini coibentate mediante lana di roccia. Sostegno con appositi lamierini e sigillatura dei giunti eventualmente presenti nella lamiera. Nel prezzo vanno conteggiati anche le eventuali staffe di rinforzo e di fissaggio in lamiera piatta e una coibentazione antirombo sul retro delle lamiere.

Lavorazioni delle lamiere secondo le specifiche indicate nella descrizione della voce.

Guarnizioni di raccordo alle opere edili

Guarnizioni di raccordo con la costruzione mediante materiali sigillanti privi di giunti e non soggetti a decomposizione. La pulizia e il trattamento con primer dei fronti dei giunti o delle superfici di incollo e il riempimento delle intercapedini con materiali coibenti di origine minerale devono essere compresi nei prezzi.

Raccordi sul lato interno ermetizzati mediante teloni a tenuta di vapori (spessore strato aria equivalente necessario $s_d > 220$ m).

Raccordi sul lato esterno ermetizzati mediante materiali idrorepellenti e permeabili alla diffusione di vapore (valore S_d richiesto per il complesso permeabile alla diffusione del vapore $< 3,0$ m).

Art. 40. OPERE DA VETRAIO, STAGNAIO, LATTONIERE

Art. 40.1 Opere da vetraio

Le lastre di vetro saranno di norma chiare, del tipo indicato nell'elenco prezzi; per le latrine si adotteranno vetri rigati o smerigliati, il tutto salvo più precise indicazioni della D.L.

Per quanto riguarda la posa in opera le lastre di vetro verranno normalmente assicurate negli appositi incavi dei vari infissi in legno con adatte puntine e mastice da vetraio (formato con gesso e olio di lino cotto), spalmando prima uno strato sottile di mastice sui margini verso l'esterno del battente nel quale deve collocarsi la lastra.

Collocata questa in opera, saranno stuccati i margini verso l'interno col mastice ad orlo inclinato a 45° , ovvero si fisserà mediante regoletti di legno e viti.

Potrà inoltre essere richiesta la posa delle lastre entro intelaiature ad incastro, nel qual caso le lastre, che verranno infilate dall'apposita fessura praticata nella traversa superiore dell'infisso, dovranno essere accuratamente fissate con spessori invisibili, in modo che non vibrino.

Sugli infissi in ferro le lastre di vetro potranno essere montate o con stucco ad orlo inclinato, come sopra accennato, o mediante regoletti di metallo o di legno fissati con viti; in ogni caso si dovrà avere particolare cura nel formare un finissimo strato di stucco su tutto il perimetro della battuta dell'infisso contro cui dovrà appoggiarsi il vetro, e nel ristuccare accuratamente dall'esterno tale strato con altro stucco, in modo da impedire in maniera sicura il passaggio verso l'interno dell'acqua piovana battente a forza contro il vetro e far sì che il vetro sia riposto tra due strati di stucco (uno verso l'esterno e uno verso l'interno).

Potrà essere richiesta infine la fornitura di vetro isolante e diffusore (tipo Termolux o simile), formato da due lastre di vetro chiaro dello spessore di mm 2,2 racchiudenti uno strato uniforme (dello spessore da mm1 a 3) di feltro di fili o fibre di vetro trasparente, convenientemente disposti rispetto alla direzione dei raggi luminosi, racchiuso e protetto da ogni contatto con l'aria esterna mediante un bordo perimetrale di chiusura, largo da mm 10 a 15 costituito da uno speciale composto adesivo resistente all'umidità.

Lo stucco da vetraio dovrà sempre essere protetto con una verniciatura base di minio ed olio di lino cotto; quello per la posa del Termolux sarà del tipo speciale adatto.

Il collocamento in opera delle lastre di vetro, cristallo, ecc. potrà essere richiesto a qualunque altezza ed in qualsiasi posizione, e dovrà essere completato da una perfetta pulitura delle due facce delle lastre stesse, che dovranno risultare perfettamente lucide e trasparenti.

L'impresa ha l'obbligo di controllare gli ordinativi, dei vari tipi di vetri passatigli dalla D.L., rilevandone le esatte misure ed i quantitativi, e di segnalare a quest'ultima le eventuali discordanze, restando a suo completo carico gli inconvenienti di qualsiasi genere che potessero derivare dall'omissione di tale tempestivo controllo.

Essa ha anche l'obbligo della posa in opera di ogni specie di vetri e cristalli, anche se forniti da altre ditte ai prezzi di tariffa. Ogni rottura di vetri o cristalli, avvenuta prima della presa in consegna da parte della Direzione Lavori, sarà a carico dell'Impresa.

Art. 40.2 Opere da stagnaio in genere

I manufatti in latta, in lamiera di ferro nera o zincata, in ghisa, in zinco, in rame, in piombo, in ottone, in alluminio o in altri materiali dovranno essere delle dimensioni e forme richieste, nonché lavorati a regola d'arte, con la maggiore precisione.

Detti lavori saranno dati in opera, salvo contraria precisazione contenuta nella tariffa dei prezzi, completi di ogni accessorio necessario al loro perfetto funzionamento, come raccordi di attacco, coperchi, viti di spurgo in ottone o bronzo, pezzi speciali e sostegni di ogni genere (braccetti, grappe, ecc.). Saranno inoltre verniciati con una mano di catrame liquido, ovvero di minio ed olio di lino cotto, od anche due mani di vernice comune, a seconda delle disposizioni della D.L.

Le giunzioni dei pezzi saranno fatte mediante chiodature, ribattiture o saldature, secondo quanto prescritto dalla stessa Direzione Lavori ed in conformità ai campioni che dovranno essere presentati per l'approvazione.

L'Impresa ha l'obbligo, su richiesta della D.L., di presentare i progetti delle varie opere, tubazioni, reti di distribuzione, di raccolta, ecc., completi dei relativi calcoli, disegni e relazioni, di apportarvi le modifiche che saranno richieste e di ottenere l'approvazione da parte della direzione stessa prima dell'inizio delle opere stesse.

Art. 40.3 Tubazioni e canali di gronda

Fissaggio delle tubazioni - Tutte le condutture non interrato dovranno essere fissate e sostenute con convenienti staffe, cravatte, mensole, grappe o simili, in numero tale da garantire il loro perfetto ancoraggio alle strutture di sostegno. Tali sostegni, eseguiti di norma in ferro o in ghisa malleabile, dovranno essere in due pezzi, snodati a cerniera o con fissaggio a vite, in modo da permettere la rapida rimozione del tubo, ed essere disposti a distanze non superiori a m 1.

Canali di gronda - Potranno essere in lamiera di ferro zincato, in lamiera di rame, in ardesia artificiale a seconda delle prescrizioni dell'elenco prezzi. Dovranno essere posti in opera con le esatte pendenze, prescritte dalla D.L. Quelli in lamiera di rame o zincata verranno sagomati in tondo od a gola con riccio esterno, ovvero a sezione quadra o rettangolare, secondo le prescrizioni della D.L., e forniti in opera con le occorrenti unioni o risvolti per seguire la linea di gronda, i pezzi speciali di imboccatura ecc., e con robuste cicogne in ferro o in rame per sostegno, modellati secondo quanto sarà disposto e murate o fissate all'armatura della copertura a distanze non maggiori di m 0.60. Le giunzioni dovranno essere chiodate con ribattini di rame e saldate con saldatura a ottone (canali in lamiera zincata) o a stagno (canali in lamiera di rame) a perfetta tenuta; tutte le parti metalliche dovranno essere verniciate con doppia mano di minio oleofenolico e olio di lino cotto.

Art. 41. OPERE DA PITTORE

Art. 41.1 Norme generali

Qualunque tinteggiatura, coloritura o verniciatura dovrà essere preceduta da una conveniente ed accuratissima preparazione delle superfici, e precisamente da raschiature, scrostature, eventuali riprese di spigoli e tutto quanto occorre per uguagliare le superfici medesime.

Successivamente le dette superfici dovranno essere perfettamente levigate con carta vetrata e, quando trattasi di coloriture o verniciature, nuovamente stuccate, indi pomciate e lisciate, previa imprimitura, con modalità e sistemi atti ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.

Speciale riguardo dovrà aversi per le superfici da rivestire con vernici. Per le opere in legno, la stuccatura ed imprimitura dovrà essere fatta con mastici adatti e la levigatura e rasatura delle superfici dovrà essere perfetta.

Per le opere metalliche la preparazione delle superfici dovrà essere preceduta dalla raschiatura delle parti ossidate ed eventuale sabbiatura al metallo bianco.

Le tinteggiature, coloriture e verniciature dovranno, se richiesto, essere anche eseguite con colori diversi su una stessa parete, complete di rifelettature, zoccoli e quant'altro occorre per l'esecuzione dei lavori a regola d'arte.

La scelta dei colori è dovuta al criterio insindacabile della D.L. e non sarà ammessa alcuna distinzione tra colori ordinari e colori fini, dovendosi in ogni caso fornire i materiali più fini e delle migliori qualità.

Le successive passate di coloritura ad olio e verniciatura dovranno essere di tonalità diverse, in modo che sia possibile, in qualunque momento, controllare il numero delle passate che sono state applicate.

In caso di contestazione, qualora l'Appaltatore non sia in grado di dare la dimostrazione del numero delle passate effettuate, l'indecisione sarà a sfavore dell'Appaltatore stesso. Comunque esso ha l'obbligo, dopo l'applicazione di ogni passata e prima di procedere all'esecuzione di quella successiva, di farsi rilasciare da personale della Direzione una dichiarazione scritta.

Prima di iniziare le opere da pittore, l'Impresa ha inoltre l'obbligo di eseguire, nei luoghi e con le modalità che le saranno prescritti, i campioni dei vari lavori di rifinitura, sia per la scelta delle tinte che per il genere di esecuzione, e di ripeterli eventualmente con le varianti richieste, sino ad ottenere l'approvazione della D.L. Essa dovrà infine adottare ogni precauzione e mezzo atti ad evitare spruzzi o macchie di tinte o vernici sulle opere finite (pavimenti, rivestimenti, infissi ecc.), restando a suo carico ogni lavoro necessario a riparare i danni eventualmente arrecati.

Art. 41.2 Esecuzioni particolari

Le opere dovranno eseguirsi di norma combinando opportunamente le operazioni elementari e le particolari indicazioni che seguono.

La Direzione Lavori avrà la facoltà di variare a suo insindacabile giudizio, le opere elementari elencate in appresso, sopprimendone alcune od aggiungendone altre che ritenesse più particolarmente adatte al caso specifico, e l'Impresa dovrà uniformarsi a tali prescrizioni senza potere perciò sollevare eccezioni di sorta. Il prezzo dell'opera stessa subirà in conseguenza semplici variazioni in meno o in più, in relazione alle varianti

introdotte ed alle indicazioni della tariffa prezzi, senza che l'impresa possa accampare perciò diritto a compensi speciali di sorta.

Tinteggiatura a calce - La tinteggiatura a calce degli intonaci interni e la relativa preparazione consisterà in:

1. spolveratura e raschiatura delle superfici;
2. prima stuccatura a gesso e colla;
3. levigamento con carta vetrata;
4. applicazione di due mani di tinta a calce.

Gli intonaci nuovi dovranno avere già ricevuto la mano preventiva di latte di calce denso (scialbatura).

Tinteggiatura a colla e gesso - Sarà eseguita come appresso:

1. spolveratura e ripulitura delle superfici;
2. prima stuccatura a gesso e colla;
3. levigamento con carta vetrata;
4. spalmatura di colla temperata;
5. rasatura dell'intonaco ed ogni altra idonea preparazione
6. applicazione di due mani di tinta a colla e gesso.

Tale tinteggiatura potrà essere eseguita a mezze tinte oppure a tinte forti e con colori fini.

Verniciatura ad olio - Le verniciature comuni ad olio su intonaci interni saranno eseguite come appresso:

1. spolveratura e raschiatura delle superfici;
2. prima stuccatura a gesso e colla;
3. levigamento con carta vetrata;
4. spalmatura di colla forte;
5. applicazione di una mano preparatoria di vernice ad olio con aggiunta di acquaragia per facilitare l'assorbimento ed eventualmente di essiccativo;
6. stuccatura con stucco ad olio;
7. accurato levigamento con carta vetrata e lisciatura;
8. seconda mano di vernice ad olio con minori proporzioni di acquaragia;
9. terza mano di vernice ad olio con esclusione di diluente.

Per la verniciatura comune delle opere in legno le operazioni elementari si svolgeranno come per la verniciatura degli intonaci, con la omissione delle operazioni n. 2 e 4; per le opere in ferro, l'operazione n. 5 sarà sostituita, con una spalmatura di minio, il n. 7 sarà limitato ad un conguagliamento della superficie e si ometteranno le operazioni n. 2,4 e 6.

Verniciature a smalto comune - Saranno eseguite con appropriate preparazioni, a seconda del grado di rifinitura che la D.L. vorrà conseguire ed a seconda del materiale da ricoprire (intonaci, opere in legno, ferro ecc.).

A superficie debitamente preparata si eseguiranno le seguenti operazioni:

1. applicazione di una mano di vernice a smalto con lieve aggiunta di acquaragia;
2. leggera pomiciatura a panno;
3. applicazione di una seconda mano di vernice a smalto con esclusione di diluente.

Velature - Qualora si dovessero eseguire tinteggiature con effetto di velatura, l'Appaltatore non potrà assolutamente ottenere questo tipo di finitura diluendo le tinte oltre i limiti consigliati dal produttore o consentiti dalla vigente normativa UNI relativa alla classe di prodotto utilizzato. La velatura dovrà essere realizzata nel seguente modo:

- *tinte a calce* - lo strato di imprimitura (bianco o leggermente in tinta) verrà steso nello spessore più adatto a regolarizzare l'assorbimento del supporto in modo da diminuire il quantitativo di tinta da applicare come mano di finitura;
- *tinte al silicato di potassio* - la velatura si otterrà incrementando, nella mano di fondo, il quantitativo di bianco di titano rutilo e, contemporaneamente, diminuendo il quantitativo di tinta nella mano di finitura;
- *tinte polimeriche* - la velatura si otterrà incrementando nella mano di fondo il quantitativo di pigmento bianco e miscelando le tinte basi coprenti della mano di finitura con un appropriato quantitativo di tinta polimerica trasparente. La tinta trasparente dovrà essere costituita (pena l'immediata perdita del prodotto) dallo stesso polimero utilizzato per la produzione della tinta base.

Art. 42. VESPAIO AERATO IN TAVELLONATO SU MURETTI

Il vespaio dovrà avere un calpestio idoneo a sopportare un sovraccarico utile, permanente ed accidentale, non inferiore a 600 Kg./mq., contenendo cedimenti e deformazioni nei limiti compatibili con la funzionalità delle strutture soprastanti. Per tale motivo tutte le strutture in cls dovranno essere interrotte da un giunto di dilatazione in PVC ogni 30-40 mq circa. Il giunto dovrà essere esteso a tutti gli strati della struttura portante del vespaio per evitare che si verifichino fessurazioni. Il giunto dovrà essere correttamente dimensionato, avere elevata resistenza meccanica, adesività, ritorno elastico e nessun problema di ritiro.

Dovrà essere realizzato nel seguente modo:

- Demolizione di pavimenti, massetti di sottofondo, vespaio ove esistente
- scavo a sezione aperta, in profondità rispetto alla quota attuale come indicato nei disegni esecutivi;
- livellamento e compattazione del piano di posa con riporto di 10 cm. di materiale ghiaioso sabbioso;
- realizzazione di un massetto continuo su tutta la superficie in conglomerato cementizio RCK 200, armato con rete elettrosaldata maglia cm. 10x10 diametro mm. 4, con leggera pendenza superficiale verso i muri perimetrali dell'edificio;
- realizzazione di muretti in mattoni pieni e malta di cemento ad una testa, paralleli, ad interasse di circa 110 cm. e 85 cm., come da disegno, in modo comunque da assicurare ai sovrastanti tavelloni appoggi di almeno 3-4 cm., con intervallo sulla testa dei muretti da saturare con il getto del massetto in conglomerato. L'altezza netta dei muretti sarà di circa 70 cm. In sede di realizzazione l'altezza potrà variare a seconda delle condizioni e della quota in cui verrà a trovarsi il piano di fondazione delle murature portanti perimetrali del salone. La costruzione dei muretti, a nido d'ape, dovrà consentire il passaggio e la circolazione dell'aria nell'intero vespaio. Alla base dei muretti saranno lasciati fori per lo scorrimento di eventuale acqua dovuta a penetrazioni accidentali. La base dei muretti verrà protetta contro l'umidità ascendente con una membrana impermeabile applicata a fiamma. Sono comprese anche la predisposizione di forature e rinforzi necessari.
- realizzazione di un tavellonato, a spessore minimo cm. 6 poggiato sui muretti con interposizione di leggero strato di malta cementizia per assicurare perfetta planarità degli appoggi e stabilità dei tavelloni in fase di successivo getto del massetto;
- sovrastante cappa in calcestruzzo a 400 Kg di cemento R 32,5 con inerti a piccola granulometria, a spessore minimo 4 cm. ed armato con rete elettrosaldata maglia cm. 15x15 diametro mm. 4.
- realizzazione di prese d'aria contrapposte per la ventilazione del vespaio da crearsi sull muratura perimetrale lungo le pareti longitudinali, nella misura di 1 ogni 10 ml, tramite inserimento di tubi in PVC diam. 60 mm. completi di rosetta esterna forata in lastra di rame, come da disegno.
- realizzazione di strato impermeabile costituito da una membrana bitume-polimero elastometrica, armata in filo continuo di poliestere non tessuto spessore 4 mm., applicata a fiamma; di coibentazione in schiuma rigida non comprimibile di polistilene espanso estruso in lastre rigide di densità 35 Kg/mc, spessore 4 cm. e soprastante barriera al vapore costituita (da una lamina di alluminio dello spessore 8/10 di mm., groffata, prebitumata su ambo i lati ed applicata con 2 spalmature di bitume ossidato date a caldo oltre la mano di primer) da un foglio di polietilene estruso posato a secco e sigillato sui sormonti con nastro monoadesivo
- sovrastante massetto in calcestruzzo a 200 Kg di cemento R 32,5 con inerti a piccola granulometria, a spessore minimo 4 cm. ed armato con rete elettrosaldata maglia cm. 15x15 diametro mm. 4.

Art. 43. PAVIMENTO IN BATTUTODI COCCIOPESTO

Fornitura e posa in opera di pavimento seminato in cocchiopesto, formato da una stesura ad umido di impasto di polveri, granulati e frammenti di cocci, laterizi e mattoni vecchi, frantumati mescolati a polveri di marmi e terre colorate, calce e cemento, sul quale viene seminato del cocchio di granulometria maggiore, compreso il trattamento di levigatura, protezione e lucidatura con olio di lino crudo e cera vergine, la manovalanza di aiuto ai posatori e levigatori, la rimozione dei residui della levigatura alle pp.dd..

- Formazione di sottofondo composta da sabbia grossa, ghiaio e cemento, spessore 5 cm., livellato, ma con finitura a grezzo per poter permettere l'aggrappaggio del supporto superiore;
- Formazione dell'impasto del battuto in spessore di circa 2 cm. finito, realizzato con:
 - 1) sabbia grossa lavata naturale in minime quantità solo per dare struttura;
 - 2) cotto di varia provenienza (cocchi, coppi, mattoni) vecchio macinato in granulometria varia secondo l'uso eventualmente addizionato con cotto molto posroso di nuova produzione per ottenere le tonalità più opportune alla realizzazione della decorazione, secondo le indicazioni della D.L.. La quantità sarà valutata nel 50% o più del volume a seconda delle caratteristiche che si vogliono ottenere.

- 3) calce spenta possibilmente di fossa in quantità opportune a seconda delle caratteristiche tecnico-estetiche che si vogliono ottenere;
- 4) cemento bianco o grigio (secondo le tonalità desiderate) q.b. da aggiungere all'impasto secondo le stagioni;
- 5) terre naturali, il necessario per ottenere la colorazione voluta;

L'impasto verrà amalgamato con l'aggiunta di acqua sufficiente alla sua lavorazione (la quantità di acqua dipenderà dal grado di umidità presente nei vari componenti dell'impasto) in modo che la struttura dello stesso rimanga compatta;

- Stesura a stadia su regoli di livello prestabiliti che corrispondono ai giunti di dilatazione definiti nel disegno esecutivo e realizzati con lamine di ottone brunito da mm. 2 di spessore, in campi non superiori a 16 mq.
- Inserimento in fase di stesura dell'impasto di una rete zincata a maglie sottili (tipo gabbie per zootecnica) posizionata secondo il parere della D.L. La stesura del pastellone dovrà coprire i giunti di dilatazione e i bordi di contenimento delle griglie ed essere a quota sopra il livello finito pari all'abrasione della levigatura successiva
- Semina di inerte di qualsivoglia pezzatura, a spaglio per il Salone degli Affreschi e su mascere per ottenere la trama del disegno del sole nell'atrio di ingresso, in cocciame di vecchio cotto in tinte unite o di vari colori, o in cotto molto poroso di nuova produzione "tipo San Marco Laterizi", con aggiunta di grani di pietre naturali in tinte unite o di vari colori o di sasso non carbonato di calce vetrificata che non si decomponga o scoppi per effetto dell'umidità: La semina deve essere eseguita sull'impasto preteso prima che inizi la presa;
- Battitura del seminato con mezzi adeguati, operando una costante bagnatura eseguita con la boiaccia di risulta dell'impasto onde ottenere la saturazione e la compattazione in spessore dello stesso.
- La superficie del pavimento dovrà essere costantemente bagnata, specie in estate, con acqua pulita in modo da rallentarne la presa;
- Il pavimento dovrà stagionare a lungo prima della levigatura finale. I tempi possono variare dai due ai quattro mesi.
- Arrotatura finale eseguita nel seguente modo:
 - 1) levigatura di sgrossatura mediante macchina molto leggera, a bassi giri e con mole medio grosse;
 - 2) lavaggio con aspirazione di tutta la boiaccia di risulta onde evidenziare eventuali fori;
 - 3) stuccatura in tinta con metodologie varie, tenendo comunque presente che il supporto è poroso ed elastico;
 - 4) levigatura di finitura mediante macchina molto leggera, a pochi giri e con mole fini;
 - 5) nuovo lavaggio ed aspirazione con ristuccatura, se occorre, di eventuali fori;
 - 6) finitura finale.
- La lucidatura avverrà a pavimento perfettamente asciutto (0,1/0,3 con l'igrometro) con una prima mano di olio di lino crudo diluito al 95% con solventi tipo essenza di trementina (E.T. 95% - O.L.C. 5%). La seconda mano nelle proporzioni :E.T. 85% - O.L.C. 15%; La terza mano nelle proporzioni :E.T. 70% - O.L.C. 20%. Ad assorbimento avvenuto trattare il pavimento con cera naturale o olio di lino crudo al naturale. Si avrà cura di proteggere il pavimento, dopo la lucidatura, con pannelli in tracialore o altro materiale idoneo, per tutta la durata del cantiere e delle opere anche relative ad altre ditte.

Specifiche tecniche

Spessore: 6-7 cm complessivi
 Isolamento: dal fondo: guaine sottili varie (nailon, cartongfetro bitumato)
 Dalle pareti: fascie di polietilene espanso o altro materiale comprimibile

SOTTOFONDO:

composizione: calcestruzzo armato con rete elettrosaldata
 materiali: cemento 32,5 – sabbia grossa di frantoio lavata e ghaino/pietrisco grana 4-12mm (misto getto)
 dosaggio: 200-300kg di cemento per 1mc di inerte

STRATO SUPERFICIALE (POSATO SU SOTTOFONDO CONSOLIDATO)

Stabilitura: spessore 1,5 – 2,5 cm

Giunti di dilatazione con lamina di ottone

COMPOSIZIONE

Leganti: cemento bianco 52,5 , 42,5; calce idraulica bianca 42,5 o 32,5; grassello di calce spenta

Coloranti:	ossidi di ferro, terre coloranti
Granulati	marmo e/o ciotolo con granulometria varia da n° 0 a n° 5 , polveri e granulati di cotto di recupero (il materiale di semina e di stabilitura dovrà essere composto per la maggiore parte da cotto frantumato proveniente da demolizione di vecchi fabbricati)
Semina:	inserimento di granulari di maggiori dimensioni tramite semina manuale, accurata e omogenea di granigli di marmo e ciotolo che devono essere vagliata, lavate e di granulometria dal n° 4 al n° 6 in un'unica tornata. Utilizzando scaglie di maggiori dimensioni, per granulati superiori al n° 6 e fuori vaglio, la semina viene eseguita a tornate successive.

LAVORAZIONE A FRESCO

Rullatura e battitura:	per incorporare la graniglia seminata alla stabilitura in moda da ottenere una superficie liscia e compatta
Attrezzi:	rulli metallici, cazzuole, fratazzi e ferri pesanti in genere
Decorazioni:	fregi, ornati, cornici, da eseguire con dime di legno o altro materiale. Contornati sui bordi con tessere regolari, ciotoli o scaglie di dimensione e forme regolari.

FINITURA

Levigatura, stuccatura:	eseguite minimo 10 giorni dopo la posa del terrazzo
Lucidatura	con macchine levigatrici, materiale abrasivo e lucidante in commercio, minimo 30 giorni dopo la posa
Trattamento finale:	con olii naturali (olio di lino, olio paglierino) e cera in pasta

ASPETTO FINALE DEL TERRAZZO

Il terrazzo finito deve presentare una distribuzione omogenea del granulato, sia per colore che per dimensione dei ciotoli.

Il granulato deve inoltre mostrarsi nitido, "spaccato" cioè nella sua sezione migliore, specialmente i ciotoli di dimensione maggiori.

Il pavimento deve risultare ben livellato in ogni sua parte.

Art. 44. INTONACI INTERNI

Rasatura finale delle superfici con intonachino a superficie compatta e satinata (tipo marmorino opaco)

- Demolizione di intonaco esistente, con scarnificazione della vecchia malta di allettamento tra i mattoni, se deteriorata, asportazione di chiodi o altri ferri e pezzi di legno sui quali la malta non aderisce e da cui può avvenire una trasudazione. Asportazione accurata a secco della polvere prodotta dalle lavorazioni con spazzole di saggina, stracci, scopinetti, aria compressa, bidone aspiratutto.
Le demolizioni di intonaco fatiscente, dovranno essere effettuate con la massima cura senza arrecare alcun danno alle murature sottostanti, agli intonaci presenti e alle parti affrescate. Prima di ogni demolizione la D.L. dovrà essere avvisata per valutare che al di sotto degli strati esistenti non si conservino tracce di eventuali affreschi.
- Rinzafo (almeno 1,5 cm. in malta di calce idraulica naturale bianca, ottenuta dalla calcinazione a bassa temperatura di calcarei silicei e coccio macinato disidratato, ricavato dalla frantumazione di argilla cotta a bassa temperatura (mattoni pieni e coppi di copertura) con curva granulometrica continua da 0 a 4 mm. La posa in opera del nuovo intonaco avverrà previa leggera bagnatura della muratura
- Applicazione su intonaco rustico di una mano di rasatura in granulometria di 1 mm. da astendere con spatola di acciaio inox, operando con la massima attenzione al fine di collegarsi in sottolivello all'intonaco affrescato esistente e rispettandone assolutamente l'integrità.
- Esecuzione dello strato finale di finitura mediante rivestimento minerale rasato liscio con intonachino (tipo marmorino opaco) con granulometria e colore su campione da approvarsi da parte della D.L. L'intonachino sarà a base di calce spenta di fossa lungamente stagionata e totalmente idratata, assenza di sali solubili, inerti micronizzati cromaticamente selezionati in modo da dare origine ad una superficie compatta satinata.
- Esecuzione di eventuali velature necessarie ad uniformare la tinta finale dell'intonachino da definire con la D.L.

Art. 45. INTONACI ESTERNI

Le caratteristiche principali richieste all'intonaco saranno:

- 1) elevata permeabilità al vapore d'acqua, per evitare qualsiasi alterazione igrometrica all'interno della muratura
- 2) contenuto insignificante di sali
- 3) caratteristiche meccaniche che migliorino la qualità della muratura senza avere resistenze meccaniche eccessivamente diverse tali da provocare tensioni che possano compromettere l'adesione dell'intonaco stesso con formazione di crepe e cavillature
- 4) elevata capacità di assorbimento capillare dell'eventuale acqua contenuta nella muratura e di permettere al contempo la veloce evaporazione della stessa in ambiente esterno
- 5) caratteristiche idrorepellenti (un maggior angolo di contatto) superiori alle malte tradizionali per limitare l'accesso alla muratura della pioggia e della rugiada
- 6) buona lavorabilità

A questo fine verranno utilizzate per la confezione dell'intonaco calci derivate da calcinazione a bassa temperatura di calcarei silicei bianchi, dal basso o nullo contenuto di alluminati e ferriti, esente da sali idrosolubili in quantità nociva (MgO, SO₃; Na₂O; K₂O), spente per immersione mediante l'idratazione del solo ossido di calcio non idraulicamente attivo, contenuto di silicati idrosolubili a reattività pozzolanica attorno al 10/11%, con la completa assenza di composti appartenenti al gruppo del clinker.

Questo legante presenta un ottimo indice di idraulicità, spiccate caratteristiche di diffusività, quasi totale assenza di sali idrosolubili, condizione indispensabile per evitare il formarsi di efflorescenze saline tipiche degli agglomerati cementizi, con conseguenti fenomeni di degrado.

Modalità di intervento:

- Demolizione di intonaco esistente, evitando di arrecare danno alla muratura sottostante, con accurata scarnificazione della vecchia malta di allettamento tra i mattoni, asportazione di chiodi o altri ferri e pezzi di legno sui quali la malta non aderisce e da cui può avvenire una trasudazione. Asportazione accurata a secco della polvere prodotta dalle lavorazioni e dai residui con spazzole di saggina, stracci, scopinetti, aria compressa, bidone aspiratutto.
- Eventuale formazione di rinzaffo di tipo traspirante a base di calce idraulica e sabbia sulla parte bassa della muratura, particolarmente umida. La malta dovrà essere applicata in modo continuo ed uniforme, con uno spessore minimo di cm. 0,5-1,00, al fine di evitare che si lascino parti di parete non coperte dove potrebbe verificarsi la fuoriuscita di efflorescenze saline. L'intonaco sarà costituito da una miscela di inerti selezionati con curva continua da 0 a 5 mm. (carbonati), calce idraulica naturale bianca, derivate da calcinazione a bassa temperatura (900 gradi circa) di calcarei silicei bianchi, additivati con particolari seccativi che agendo per frazionamento della macroporosità conferiscono agli intonaci induriti un'elevatissima porosità totale, una massa volumica apparente di circa 1,7 gr/cmc, spiccate caratteristiche di difesa dalle efflorescenze saline, di idrorepellenza e indice di assorbimento d'acqua a bassa pressione molto basso, minima resistenza alla diffusione del vapore, con una permeabilità di circa 215g/(mq x 24h) e con irrilevante contenuto di sali. Anche l'acqua di impasto dovrà essere esente da sali solubili.
- Formazione di rinzaffo a più riprese, con spessore massimo di ogni strato di circa 1 cm., per la parte alta della facciata non soggetta ad umidità di risalita, costituito da una miscela di inerti selezionati da natura calcarea, con curva granulometrica da 0 a 3 mm. e calce idraulica naturale bianca, (rapporto legante inerte 1:3) in modo da ottenere un intonaco ad elevata porosità totale (superiore al 30%), alta permeabilità al vapore e irrilevante contenuto di sali solubili. L'applicazione di ogni strato dovrà avvenire solo quando lo strato precedente sarà ben asciutto in modo da evitare fenomeni di fessurazione e di cavillature dovute ad un ritiro eccessivo dello strato di intonaco. Prima dell'applicazione di ogni strato su quello precedente già essiccato, si dovrà avere l'avvertenza di bagnare abbondantemente quest'ultimo per avere la massima garanzia di una perfetta presa ed indurimento dell'intonaco sia sotto l'aspetto idraulico ed aereo, sia sulle superfici di contatto tra i due strati, sia nell'intero spessore dell'intonaco. Questa operazione consentirà di mantenere il nuovo strato di malta plastico, in modo da ottenere una maggior lavorabilità ed una perfetta adesione del medesimo con quello sottostante. Non dovranno essere aggiunti leganti cementizi di varia natura o colore. L'intonaco dovrà essere costantemente bagnato dopo la sua stesura e durante il processo di indurimento. L'operazione di stesura verrà eseguita a regola d'arte anche senza l'ausilio di fasce.
- Stesura di strato di finitura composto da grassello di calce, sabbia ticino lavata e setacciata (rapporto legante inerte 1:3), coloritura finale con grassello di calce stagionato e terre naturali (terre e grassello subiranno un doppio vaglio con setacci di diverse dimensioni). Per dare più luminosità e trasparenza alla tinta ottenuta con una maggiore diluizione, si potrà effettuare una prima stesura di bianco di calce. Frattazzatura, lamatura finale ed velatura finale con latte di calce.

- Applicazione di una mano a spruzzo di protettivo idrorepellente a base silanico, in quantità stimabile di 300-400 gr/mq, sulla superficie dell'intonaco perfettamente asciutta.
- Tutte le operazioni descritte saranno campionate e sottoposte all'approvazione della Direzione Lavori

Art. 46. PAVIMENTAZIONE ESTERNA IN ACCIOTOLATO

Fornitura e posa in opera di pavimentazione in ciottoli oblungi, di pezzatura 6/8 cm, secondo l'asse maggiore e 3/5 cm secondo l'asse minore.

I ciottoli dovranno essere lavati, privi di parti terrose e selezionati sia in base ad eventuali fratture, sia in base alle dimensioni richieste.

E' prevista l'esecuzione di uno strato di sottofondo in cls, armato con rete elettrosaldata, eseguito con cemento tipo 325, dosato a 200 kg/mc, spessore 15 cm; al di sotto di questo strato verrà realizzato uno strato di compattazione e livellamento in scheggioni di fiume e sabbia di saturazione di 10 cm di spessore. La posa in opera del pavimento in acciottolato avverrà su uno strato di sabbia a grana grossa e non vagliata, mista a cemento, nel quale verranno affondati a mano i ciottoli, in modo tale che l'asse maggiore risulti verticale e con la parte più appuntita rivolta verso il basso. Si avrà cura che la posa dei ciottoli avvenga in modo serrato e che le teste sporgano in modo uniforme. Successivamente verrà effettuato il costipamento della pavimentazione mediante più fasi di battitura mediante pestello di legno, non ferrato, in modo da non spaccare né lesionare i ciottoli. Ultimata la prima battitura la superficie verrà irrorata d'acqua, in modo da lubrificare la sabbia facendola penetrare negli interstizi e nei vuoti tra gli elementi; successivamente il manto verrà cosparso di malta stemperata con acqua, procedendo a ulteriori costipazioni.

Sia il sottofondo in cls che la pavimentazione in acciottolato dovranno presentare le medesime pendenze previste in considerazione del deflusso delle acque meteoriche verso i pozzetti di raccolta. Lo schema della pavimentazione seguirà un disegno così come indicato dalla D.L..

Art. 47. PRESCRIZIONI PER L'ESECUZIONE DI INDAGINI SUI MATERIALI

La scelta del tipo di indagini e la loro localizzazione verrà indicato all'atto pratico dalla D.L. e le indagini che vengono proposte sono di tipo prevalentemente non distruttivo e verranno eseguite sui materiali e sulle strutture in elevazione e orizzontali, previa approvazione della D.L.

Sono state divise in tre categorie omogenee:

A Analisi per la caratterizzazione chimico fisica dei materiali e per la valutazione del loro stato di conservazione.

Verranno indagati: materiale lapideo delle colonne del chiostro, intonaci interni ed esterni.

B Indagini per la caratterizzazione strutturale e per il controllo dello stato delle strutture.

In particolare verranno indagate le colonne lapidee del portico attraverso prove ultrasoniche, la muratura portante attraverso prove con i martinetti piatti e prove soniche e l'evoluzione delle lesioni su volte e murature tramite l'utilizzo di estensimetri meccanici.

Elenco delle prove:

indagini ultrasoniche sulle colonne lapidee del portico

prove soniche sulla muratura

prove con i martinetti piatti semplici

prove con i martinetti piatti doppi

controllo delle lesioni nel tempo

Ubicazione delle indagini

L'ubicazione delle diverse indagini è indicata nelle tavole di progetto. Durante l'esecuzione dei lavori di ciascuna prova potrà comunque essere valutata l'opportunità di effettuare l'indagine anche su parti dell'edificio diverse da quelle indicate.

Programma dei lavori

Si provvederà inizialmente all'installazione degli strumenti per l'acquisizione dei dati ambientali.

Le prove proseguiranno con i prelievi dei materiali da inviare in laboratorio per la caratterizzazione chimico-fisica, l'analisi del contenuto d'acqua della muratura, le indagini endoscopiche su murature e volte, le indagini ultrasoniche sulle colonne lapidee. Quindi verranno effettuate le prove per la valutazione del comportamento strutturale e lo stato di sollecitazione della muratura.

Il programma dei lavori ed il numero delle prove potrà subire variazioni in relazione ai dati acquisiti durante l'esecuzione delle indagini stesse.

Obiettivi e modalità

Le prove saranno completate da una accurata documentazione riassuntiva non solo dei risultati raggiunti ma

anche delle modalità e delle posizioni di prova.

Il resoconto delle analisi dovrà pertanto contenere almeno i seguenti dati:

- dati relativi alla strumentazione impiegata, inclusa l' indicazione sulla precisione e significatività delle misure
- modalità di misura e posizione dei punti di misura, inclusa documentazione fotografica
- dati relativi all' ambiente
- dati relativi al materiale prima della prova: tipo, condizioni termoigrometriche (T e Ur), descrizione della superficie del materiale
- risultati sperimentali illustrati con tabelle, disegni e fotografie originali
- correlazioni tra i valori ottenuti e quanto presente nella letteratura tecnica e/o nella normativa per i vari materiali indagati.

Condizioni generali

Le indagini, rivolte a fini diagnostici, saranno eseguite ricorrendo a specifiche apparecchiature le cui dimensioni e la cui maneggevolezza, unitamente all' innocuità dei principi fisici di funzionamento possano garantire la conservazione dell' integrità fisica dell' oggetto indagato e fornire, nel contempo, risultati a livello qualitativo e quantitativo accurati, controllabili e ripetibili.

Il potenziale errore di misura dovrà essere dichiarato assieme ai risultati.

La scelta della finalità, delle modalità, dei sistemi e della strumentazione più adatti al singolo caso sarà effettuata dietro verifica della D.L. e specifica autorizzazione degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto.

In ogni caso sarà data preferenza a quei sistemi che siano in grado di consentire la massima rapidità di rilievo, la più completa globalità d' informazione e la maggiore semplicità di restituzione analitica dei dati.

L' impresa esecutrice si impegna a mantenere in cantiere un tecnico esperto (ingegnere o fisico) che curerà che le indagini siano conformi alla presente specifica e alle norme e regolamenti vigenti e che sarà responsabile per l' Impresa della qualità delle indagini.

E' previsto un incontro preliminare tra la D.L. e il responsabile designato dall' Impresa Appaltatrice per gli accordi sulle modalità esecutive delle indagini e per l' esatta ubicazione delle prove.

Sono possibili variazioni in più o in meno circa la quantità delle singole prove richieste.

I laboratori incaricati per l' esecuzione delle analisi sui campioni di manufatto si occuperanno direttamente del prelievo oppure l' operazione potrà essere condotta da altra rappresentanza che assolva tale compito sotto il diretto controllo degli incaricati.

Il tutto dovrà essere eseguito secondo le modalità descritte dalle Raccomandazioni Normal 3/80.

Durante il campionamento, oltre alle consuete cautele, sarà necessario non modificare lo stato originario del manufatto e dei luoghi non arrecando danno alcuno alle strutture. Inoltre lo spostamento delle attrezzature per l' esecuzione delle indagini e/o per prelevare i campioni da esaminare avverrà nel massimo rispetto dello stato dei luoghi.

La scelta dei punti di prelievo dovrà essere valutata assieme alla D.L. e avverrà sulla scorta delle indicazioni fornite dalle indagini non distruttive.

Alla fine dei lavori dovrà essere effettuata una perfetta pulizia rimuovendo qualsiasi residuo di lavorazione.

SPECIFICHE TECNICHE

Le prove sono suddivise nei seguenti tre gruppi.

A Analisi per la caratterizzazione chimico fisica dei materiali e per la valutazione del loro stato di conservazione.

- misura del contenuto d'acqua delle murature
- caratterizzazione chimico fisica dei materiali: intonaci, materiali lapidei, legno

B Indagini a supporto del rilievo e per la caratterizzazione tecnologica delle strutture.

- indagini endoscopiche

C Indagini per la caratterizzazione strutturale di alcuni elementi del Monastero e per il controllo dello stato attuale delle strutture.

- indagini ultrasoniche sulle colonne lapidee del portico
- prove con i martinetti piatti semplici- prove con i martinetti piatti doppi
- prove soniche sulla muratura
- controllo delle lesioni nel tempo

Alla descrizione delle prove necessarie per l' indagine diagnostica segue una parte relativa alla descrizione delle apparecchiature.

MISURAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA DELLE MURATURE

L'indagine verrà svolta in due fasi. la prima fase prevede l' utilizzo di metodi indiretti per la mappatura del

fenomeno dell'umidità nell'edificio. La seconda fase prevede l'utilizzo di metodi diretti per la valutazione quantitativa del fenomeno.

Prima fase - Prevede l'utilizzo di strumentazioni assolutamente non distruttive, completamente rispettose della materia, da impiegarsi per la totalità in cantiere quale prima, indispensabile, anche se non esauriente, indagine conoscitiva.

Lo scopo di tale prima ricognizione è quello di costruire una mappa qualitativa della distribuzione dell'acqua nelle murature del Monastero essendo condotta con misurazioni di tipo superficiale:

- *Misuratori a lettura di costante dielettrica*: si basano sulla lettura della costante dielettrica tra due elettrodi standard appoggiati alla muratura.

Avendo l'acqua costante dielettrica 30-40 volte più elevata degli altri materiali, sarà facile per lo strumento rilevare anche piccole quantità di acqua presenti nei materiali edili. La misurazione risulta poco influenzata dalla presenza di sali.

Seconda fase: Una volta costruita la mappatura del contenuto d'acqua delle murature verranno scelti i punti di campionamento per la quantificazione del fenomeno. In tal modo vengono ridotti al massimo i rischi di effettuare sondaggi localizzati in punti che risultano in seguito non rappresentativi.

L'indagine avverrà attraverso metodi diretti che prevedono analisi di laboratorio da effettuarsi su campioni di muratura estratti mediante carotaggi o perforazioni. Le analisi verranno svolte tramite l'utilizzo del *Metodo ponderale*.

Il contenuto d'acqua in un materiale viene determinato calcolando la differenza tra il peso dello stato umido ed il peso dello stato secco. Il metodo fornisce dati esatti sul singolo campione, ma non è consigliabile risalire ad un valore di riferimento per l'intera muratura. Per ottenere risultati attendibili si devono eseguire numerosi prelievi tramite carotaggio con trapani a basso numero di giri (150 giri/min) e, per carote profonde (oltre 100 cm), con carotatrici al widia. I prelievi andranno effettuati a differenti altezze e sezioni verticali della muratura (primo campione in superficie, secondo campione a 15-20 cm di profondità). I campioni vengono immediatamente pesati con bilancia di precisione, successivamente essiccati, avendo l'accortezza di non superare la temperatura di 110 gradi C e quindi ripesati valutando la quantità d'acqua contenuta nel materiale. Tale quantità andrà quindi riferita percentualmente al peso o al volume del campione in esame.

CARATTERIZZAZIONE CHIMICO FISICA DEI MATERIALI INTONACI E MATERIALI LAPIDEI

Le analisi avranno inizio con il campionamento. Il punto di prelievo dovrà essere individuato su apposita planimetria e documentato fotograficamente.

Materiali lapidei :

Le indagini hanno lo scopo di caratterizzare e di valutare lo stato di conservazione del materiale lapideo delle colonne del chiostro. Inoltre verranno analizzate le tracce di coloritura rossastra presenti sull'abaco di alcuni capitelli.

Per la realizzazione delle prove verranno utilizzati i procedimenti contenuti nelle Raccomandazioni NORMAL (1/88, 14/83, 8/81, 13/83, 4/80)

In particolare verranno svolte le seguenti analisi:

- analisi diffrattometrica a raggi X (XRD) su polveri
- osservazioni al microscopio mineralogico su sezioni sottili
- osservazioni al microscopio elettronico a scansione (SEM) corredato di microsonda (EDS)
- dosaggio dei sali solubili totali
- misure porosimetriche
- indagini stratigrafiche per l'individuazione del colore attraverso osservazioni al microscopio ottico in luce trasmessa su sezioni lucidate trasversali

Intonaci

Si tratta di indagare gli intonaci dei locali del Monastero ed in particolare tutti quegli intonaci che da una ricostruzione storica possono essere datati come antecedenti l'intervento settecentesco del Pollach o riferibili a questo stesso intervento.

Le analisi microscopiche dovranno definire per ogni campione la struttura, la composizione mineralogica, lo stato di conservazione e lo studio dell'assorbimento d'acqua. I diversi campioni dovranno essere valutati evidenziando analogie e differenze e raggruppati per tipologie.

Per la realizzazione delle prove verranno utilizzati i procedimenti contenuti nelle Raccomandazioni NORMAL (10/82, 12/83, 15/84, 7/81, 11/82, 13/83)

In particolare verranno eseguite le seguenti analisi:

- osservazioni al microscopio in luce polarizzata su sezione sottile
- analisi di diffrazione ai raggi x
- osservazioni al microscopio elettronico a scansione (SEM) corredato di microsonda (EDS)

- valutazione della percentuale dell'aggregato e del legante
- determinazione della porosità

Descrizione delle principali analisi

MICROSCOPIA ELETTRONICA A SCANSIONE (SEM) CON MICROSONDA X

Consente di individuare la distribuzione dei componenti e dei prodotti di alterazione. I risultati sono documentati con fotografie e mappe di distribuzione degli elementi e diagrammi.

MICROSCOPIA OTTICA STEREOSCOPICA IN LUCE RIFLESSA (sezione opaca)

Un frammento di materiale inglobato in una resina di idonea composizione, sezionato e levigato viene osservato in luce riflessa a ingrandimento relativamente basso. Questo esame consente di valutare forma e colore delle particelle costituenti il materiale esaminato, l'abito cristallino, la sfaldatura, le fratture e le deformazioni, le patologie da stress meccanico.

OSSERVAZIONE MICROSCOPICA IN SEZIONE SOTTILE

L' esame viene eseguito su una lamina dello spessore di circa 0,03 mm, preparata montando una sezione inglobata su un vetrino e levigandola fino allo spessore richiesto. Essa viene osservata per trasparenza misurando le caratteristiche ottiche dei minerali presenti nel campione. La microscopia ottica a sezione sottile è un metodo basilare nello studio della alterazione delle pietre: permette infatti di caratterizzare il materiale originario con precisione, definendone la tessitura e la composizione mineralogica. Questa tecnica evidenzia, inoltre, le differenze mineralogiche tra il materiale non alterato e gli strati superficiali interessati dal processo di degrado.

ANALISI PER DIFFRAZIONE AI RAGGI X

L' analisi consiste nella misura dell' intensità della radiazione diffratta ai vari angoli da un campione, ridotto in polvere finissima, investito da un fascio di raggi X. Solo i materiali cristallini danno luogo ad uno spettro di diffrazione; dalle caratteristiche di questo spettro è possibile identificare in modo preciso la struttura che lo ha prodotto. Questo metodo permette un' analisi qualitativa, e anche semi quantitativa, delle forme cristalline presenti nel materiale. Se il contenuto di acqua del campione non è stato alterato, l'analisi permette anche di rilevare sali a diverso grado di idratazione.

DETERMINAZIONE DEI SALI TOTALI SOLUBILI IN ACQUA CON METODO CONDUTTIMETRICO

Si determina il contenuto globale dei sali solubili in acqua attraverso la misura della conducibilità di un estratto acquoso ottenuto disperdendo in 10 ml di acqua distillata 100 mg di campione preventivamente macinato ed essiccato a 105° C a massa costante. I risultati sono espressi come valori di conduttività. (Per le modalità di esecuzione si veda la Normal 13/83)

DETERMINAZIONE DELLA CURVA DI ASSORBIMENTO DELL' ACQUA E DELLA CAPACITA' DI IMBIBIZIONE (PER IMMERSIONE TOTALE)

L' indagine permette di costruire la curva di assorbimento d' acqua fornendo indicazioni sulla velocità di assorbimento. Permette quindi di quantificare il materiale per quanto riguarda il suo comportamento all' acqua e di valutare quantitativamente il degrado. Inoltre permette di calcolare il valore della capacità di imbibizione, espressa in percentuale e riferita alla massa. (Per la metodologia di misura si veda la Normal 7/81)

DETERMINAZIONE DELLA CAPACITA' DI ADESCAMENTO O ASSORBIMENTO DELL' ACQUA PER CAPILLARITÀ

Con questa prova si calcola la quantità d' acqua assorbita dal campione per unità di superficie al tempo T ed il coefficiente d' assorbimento d' acqua per capillarità, caratteristica del materiale che consente la valutazione del degrado (Per la metodologia di misura si veda la Normal 11/82)

INDAGINI SONICHE

E' una prova finalizzata alla caratterizzazione elastica e alla rilevazione di eventuali discontinuità della muratura. L'indagine prevede che la struttura da esaminare sia attraversata da un treno di onde soniche (da 16 a 16.000 Hz) generate da un sistema di percussione. Le indagini sul manufatto hanno significato proprio per l'individuazione delle disomogeneità e discontinuità del materiale.

La prova sonica per trasparenza consiste nel generare onde sonore in aria o a contatto con il manufatto. Viene posizionato da un lato della parete un numero sufficiente di ricevitori e spostando il trasmettitore a contatto con l'altro lato è possibile rilevare il quadro delle velocità di propagazione lungo un numero di percorsi di misura sufficientemente grande per procedere alla tracciatura di una tomografia sonica, consistente in una sezione del manufatto nella quale sono indicate le aree di pari velocità sonica.

Per le pareti affrescate verrà utilizzata la produzione di onde sonore in aria, attraverso suoni di intensità fissa e frequenza variabile, facendo vibrare la parete antistante. Verrà quindi analizzato il quadro degli spettri di vibrazione locale della muratura, determinati elaborando i segnali registrati da un adeguato numero di ricevitori.

L'esecuzione di indagini soniche verrà condotta così come indicato nelle piante fornite.

scopo:

Valutare il grado di omogeneità, l'eventuale presenza di discontinuità e cavità e fessure interne alla muratura.

modalità:

L'apparecchiatura sarà essenzialmente composta da una centralina di condizionamento del segnale, munita di oscilloscopio, di sonde piezoelettriche sia del tipo ricevente o trasmittente o del tipo doppio ricetrasmittente.

elaborati:

E' richiesta l'elaborazione dei dati rilevati attraverso una relazione ed uno schema grafico che per ogni elemento indagato formuli un giudizio qualitativo sulla omogeneità della muratura.

In particolare verranno indicati attraverso sezioni orizzontali e verticali i punti di rilievo, i processi fessurativi interni, le zone con cavità, le discontinuità, i cambiamenti di omogeneità (murature a sacco);

INDAGINI ULTRASONICHE

E' una prova finalizzata alla determinazione della omogeneità del materiale indagato. l'obiettivo é quello di arrivare alla determinazione dello stato di conservazione del fusto lapideo delle colonne del chiostro in modo da valutarne la capacità portante nella loro globalità.

L'individuazione di una mappa della omogeneità della struttura é preliminare alle prove per la determinazione sperimentale delle resistenze caratteristiche nonché alle prove rivolte a determinare la qualità del materiale.

La prova ultrasonica consiste nel generare impulsi ultrasonici che vengono inviati nel materiale mediante una sonda trasmittitrice, mentre una sonda ricevente capta tali impulsi. Lo strumento visualizza nello schermo dell'oscilloscopio il tempo impiegato dall'impulso per viaggiare dalla sonda trasmittitrice a quella ricevente.

La velocità di attraversamento, che é il parametro indice della migliore o peggiore omogeneità e compattezza, é ricavabile dalla relazione $V=S/T$.

La prova si svolge in sito, senza prelevamento di campione e senza manomissione del materiale. Il contatto della sonda con il materiale deve essere garantito da una apposita pasta.

Il metodo di lettura sarà di tipo indiretto con il trasmettitore e il ricevitore disposti parallelamente, sulla stessa superficie da indagare, ad una distanza sufficiente alla valutazione della riflessione delle onde.

Il valore che consente di controllare la compattezza e l'omogeneità del materiale, oltre la citata velocità di propagazione degli impulsi ultrasonici (ad una maggior velocità di attraversamento corrispondono migliori condizioni di materiale) é la frequenza di risonanza. Le frequenze devono essere scelte in base alle caratteristiche del materiale e possono variare dai 40 ai 200 KHz: per materiali a grana grossa e superfici ruvide sono idonee onde a bassa frequenza scelte nel range indicato; queste sono onde debolmente attenuate dal materiale e possono penetrare in profondità ma non sono in grado di rilevare discontinuità molto piccole. Le frequenze più alte, scelte nel range indicato, permettono di rilevare discontinuità molto piccole, ma sono a loro volta molto attenuate dal tipo di materiale e non hanno una grande capacità di penetrazione.

In una stessa indagine ultrasonica, é pertanto indispensabile, almeno in fase iniziale, l'*esecuzione di più prove con frequenze, e relative sonde, diverse* per il confronto dei dati.

Per una caratterizzazione più precisa del materiale a livello locale sarà utile studiare la forma dell'onda: a parità di velocità, forme d'onda diverse definiscono la non integrità del materiale.

Durante la prova sarà necessario documentare con accuratezza la posizione esatta dei punti di misura.

Prima della prova e più volte durante l'indagine é necessario tarare le sonde.

Al termine della prova verranno definiti, a cura dell'Appaltatore e con la supervisione della D.L., i lotti omogenei su cui effettuare eventuali ulteriori prove per la determinazione delle caratteristiche di resistenza a compressione del materiale e delle sue caratteristiche chimico-fisiche.

L'esecuzione di indagini ultrasoniche verrà condotta sulle colonne a campione del porticato del chiostro così come indicato nella pianta fornita.

L'indagine verrà svolta sulle colonne che ad un'analisi visiva si presentano in buono stato di conservazione e sulle colonne tra quelle cerchiato.

scopo:

Valutare il grado di omogeneità, l'eventuale presenza di fessure interne non visibile e l'andamento di quelle presenti, la localizzazione di stati di alterazione dei materiali.

modalità:

L'apparecchiatura sarà essenzialmente composta da una centralina di condizionamento del segnale, munita di oscilloscopio, di sonde piezoelettriche sia del tipo ricevente o trasmittente o del tipo doppio ricetrasmittente. La prova dovrà essere condotta per trasmissione diretta, sul materiale non bagnato, frapponendo fra la superficie sensibile delle sonde e quella da indagare uno strato di accoppiante opportuno.

Per le prove sulle colonne si useranno frequenze variabili tra i 40 e i 200 KHz.

L'indagine verrà eseguita per 4 livelli di sezione orizzontale per ogni colonna e 4 letture incrociate per ogni

sezione, come indicato nella figura 1.

elaborati:

E' richiesta l'elaborazione dei dati rilevati attraverso una relazione che per ogni elemento indagato formuli un giudizio qualitativo sulla omogeneità dei diversi elementi portanti. nella prova è compreso il controllo in posto dei dati tramite programma di calcolo per la valutazione della velocità, l'elaborazione dei grafici delle velocità ed il calcolo delle medie delle deviazioni standard.

In particolare verranno indicati attraverso sezioni orizzontali e verticali (4 livelli di sezione e 4 letture incrociate per ogni livello secondo lo schema):

per le colonne: processi fessurativi interni, individuazione di eventuali alterazioni superficiali anche in zone apparentemente integre;

per l'architrave: omogeneità tra le varie parti e stato fessurativo, processi fessurativi interni, profondità di evidenti alterazioni superficiali.

Nella rappresentazione delle zone lesionate si evidenzieranno i punti di misura in cui sono stati eseguiti i rilievi ultrasonici.

PROVE CON MARTINETTI PIATTI

DETERMINAZIONE DELLO STATO DI SOLLECITAZIONE PRESENTE NELLA MURATURA

Rilievo dello stato di sollecitazione della murature mediante l' utilizzo di un martinetto piatto semicircolare allungato o rettangolare di spessore massimo 5 mm, introdotto in un taglio calibrato, eseguito mediante troncatrice idraulica ad anello diamantato, o metodo analogo, lungo il giunto di malta.

Rilievo delle deformazioni mediante almeno 7 trasduttori di spostamento collegati in linea con una unità grafica o digitale di acquisizione. Il sistema deve prevedere il rilievo in linea e la registrazione delle deformazioni durante tutti i cicli di carico (compresa la fase di taglio). La prova deve comportare almeno tre cicli di carico.

La pressione idraulica dovrà essere misurata mediante un trasduttore di pressione in parallelo ad un manometro di adeguata scala munito di certificato di taratura. La pressione sarà erogata con un sistema di regolazione micrometrica.

Alla fine dei rilevamenti l' Appaltatore dovrà ripristinare i tagli effettuati con malta debolmente espansiva.

DETERMINAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DI DEFORMABILITÀ DELLA MURATURA

Si procede come al punto precedente con il rilievo delle caratteristiche meccaniche della muratura mediante l' installazione di un secondo martinetto. La prova viene eseguita su una porzione di muro, compresa tra i martinetti, con l' utilizzo di almeno 7 trasduttori di spostamento nella zona esaminata.

La prova deve comportare almeno tre cicli di carico.

L' interpretazione dei risultati dovrà essere basata su modello fisico e/o modello matematico già testato, documentato dall' Appaltatore ed approvato dalla DL.

Alla fine dei rilevamenti l' Appaltatore dovrà ripristinare i tagli effettuati con malta debolmente espansiva.

DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A COMPRESSIONE DELLA MURATURA

La prova precedentemente descritta verrà utilizzata anche per valutare la resistenza a compressione della muratura. A tale scopo il carico viene incrementato fino all' insorgere delle prime lesioni nei mattoni e il valore della resistenza a compressione sarà stimato mediante estrapolazione della curva sforzi-deformazioni, che dovrà fare parte della documentazione relativa alla prova.

Quando il campione é prossimo alle condizioni di rottura appaiono locali stati fessurativi in alcuni mattoni componenti la muratura. La prova va interrotta a questo livello, in cui il danno apportato alla muratura si può ritenere trascurabile.

PROVE FISICHE

PROVA CON ULTRASUONI

Con apparecchiatura munita di sonde emittenti/riceventi per la determinazione dell' omogeneità e dello stato di conservazione del materiale lapideo (presenza di fessure interne o stati di stress, localizzazione degli stati di alterazione) con una frequenza da 40 a 200 KHz per 4 livelli di sezione orizzontale e 4 letture incrociate per ogni sezione. compreso il controllo in posto dei dati tramite programma di calcolo per la valutazione delle velocità, l' elaborazione dei grafici delle velocità e il calcolo delle medie delle deviazioni standard.

A colonna indagata

PROVE SONICHE

Con apparecchiatura munita di sonde emittenti/riceventi per la determinazione dell' omogeneità e dello stato di conservazione della muratura (presenza di fessure interne, disomogeneità del materiale) con una frequenza da 16 a 16000 Hz.

Per punto indagato

PROVA CON I MARTINETTI PIATTI

Comandati da sistema idraulico e pneumatico con possibilità di registrazione dei dati rilevati su computer di controllo, durante tutta la fase delle operazioni (taglio compreso) degli spostamenti relativi. Compresi almeno sette trasduttori. Compresi almeno tre cicli di carico. Compreso ripristino della sezione con malte debolmente espansive.

a) per la definizione del solo stato tensionale delle murature (con uso di un solo martinetto)

per punto

b) per la definizione dello stato tensionale e delle caratteristiche meccaniche delle murature (prova completa con due martinetti) sino al raggiungimento della rottura

per punto

PROVE CHIMICO-FISICHE

INDAGINE MINERALOGICO-PETROGRAFICA

Indagine mineralogico – petrografica delle malte (sezione sottile), al microscopio ottico polarizzatore, per la definizione del grado di omogeneità dell'impasto, caratterizzazione e quantificazione della frazione aggregata (quantità, composizione percentuale, forma), caratterizzazione delle frazione legante, identificazione del tipo e della distribuzione della porosità, caratterizzazione dei fenomeni di degrado meccanico e/o chimico (fratturazione, patine, solfatazione, dissoluzione, ecc.)

ANALISI MICROSTATIGRAFICA

Analisi microstatigrafica (sezione lucida), elaborazione dello schema statigrafico al microscopio ottico (fino a 400 ingrandimenti) con documentazione microfotografica per l'individuazione della tecnica pittorica: di ciascuno strato vengono descritti colore, aspetto compositivo, morfologia e morfometria.

ANALISI DELLE CARATTERISTICHE INTRINSECHE ED ESTRINSECHE

Analisi delle caratteristiche intrinseche ed estrinseche, prelievo dei campioni e stesura della relazione tecnica.

SINTESI E VALUTAZIONE DEI RISULTATI

Sintesi e valutazione dei risultati - elaborazione dei risultati ottenuti dalle differenti analisi al fine di formulare la diagnosi dei materiali: ci si pronuncia sulla natura dei materiali e sullo stato di degrado, si intende dare uno stato di fatto.

INDAGINI STRATIGRAFICHE

Esecuzioni di indagini stratigrafiche su intonaci e coloriture, nei punti ritenuti più idonei e concordati con la D.L., dimensione del saggio non inferiore a 10x10 cm. Con numerazione crescente dallo strato più interno a quello più esterno. Compresa riproduzione fotografica di ciascun saggio con fotocamera reflex e pellicola a colori 100 ASA con riproduzione della scheda di riferimento "Kodac Color control". Stampa formato 13x18. Compresa relazione illustrativa nella quale verranno trasferiti criticamente gli esiti dell'indagine stratigrafica.

Art. 48. PRESCRIZIONI CIRCA LE LAVORAZIONI SUGLI INTONACI

INDAGINI PRELIMINARI INTONACI INTERNI E INTONACI ESTERNI DEL PORTICO

Si tratta di indagare a campione:

1. gli intonaci interni dei locali (pareti e volte)
2. gli intonaci esterni del portico (pareti e volte)

Le analisi microscopiche dovranno definire per ogni campione la struttura, la composizione mineralogica, lo stato di conservazione e lo studio dell'assorbimento d'acqua. I diversi campioni dovranno essere valutati evidenziando analogie e differenze e raggruppati per tipologie.

Per la realizzazione delle prove verranno utilizzati i procedimenti contenuti nelle Raccomandazioni NORMAL (10/82, 12/83, 15/84, 7/81, 11/82, 13/83)

In particolare, prima degli interventi sugli intonaci verranno eseguite le seguenti analisi:

- osservazioni al microscopio in luce polarizzata su sezione sottile
- analisi di diffrazione ai raggi x
- osservazioni al microscopio elettronico a scansione (SEM) corredato di microsonda (EDS)
- valutazione della percentuale dell'aggregato e del legante
- determinazione della porosità
- individuazione della curva granulometrica

Si riportano di seguito le schede specifiche sulle modalità di esecuzione delle lavorazioni sugli intonaci

Comune di Pavia
**LAVORO DI RESTAURO DEL MONASTERO DI SANTA CLARA EX CASERMA CALCHI COME
 NUOVA SEDE DELLA BIBLIOTECA CIVICA BONETTA**

Individuazione degli interventi di
 conservazione e rifacimento degli intonaci:

**Demolizione degli
 intonaci esistenti**

Descrizione

Totale asportazione degli intonaci esistenti in malta di calce e in malta di cemento in cattivo stato di conservazione mediante azione manuale o meccanica.
 Durante questa operazione si avrà cura di evitare danneggiamenti a serramenti, pensiline, parapetti e a tutto quanto non asportabile a cura della Committenza.
 Calo del materiale di risulta al piano terra, carico su automezzo e trasporto alle pubbliche demolizioni.
 Lavaggio con idropulitrice di tutte le superfici al fine di eliminare residui di polveri e calcinacci

Strumenti e mezzi d'opera

Mazzetta, punta e scalpello.
 Martello elettrico, cavo elettrico, scalpello ad aria compressa, compressore 380 Volt, cavi elettrici 380 Volt.
 Indumenti di lavoro:
 - Occhiali
 - Guanti
 - Casco
 - Maschere protettive
 - Cuffie antirumore

Descrizione sintetica della procedura esecutiva

PRECEDENZE:

FASE 1

Predisposizione di protezioni contro danni a cose o persone

FASE 2

Esecuzione dell'intervento di demolizione

FASE 3

Raccolta, smaltimento delle macerie e pulizia del cantiere

SUCCESSIVO: Lavaggio generale

FASE 1 - PREDISPOSIZIONE DI PROTEZIONI CONTRO DANNI A COSE O PERSONE

I. Predisporre le opportune protezioni in corrispondenza di passaggi pedonali e/o veicolari sottostante controllando la caduta di macerie.

II. Predisporre le opportune protezioni su componenti edilizi adiacenti o sottostanti al fine di evitare danneggiamenti e/o rotture.

FASE 2 - ESECUZIONE DELL'INTERVENTO DI DEMOLIZIONE

I. L'operatore procede all'intervento di demolizione dell'intonaco partendo dall'alto verso il basso, distaccando parti limitate e di peso non eccessivo ed eliminando manualmente parti sollevate di notevole spessore. La demolizione dovrà sempre essere controllata, dovrà limitarsi all'asportazione dell'intonaco senza intaccare la muratura di supporto, strati di intonaco limitrofe o eventuali strati di intonaco sottostante da conservare. La demolizione sarà preferibilmente eseguita con mezzi manuali.

II. Qualora l'estensione o la durezza delle superfici da asportare lo richiedesse potranno essere utilizzati mezzi elettromeccanici (martello demolitore). In questo caso (generalmente per l'intonaco di malta di cemento) le precauzioni d'uso e le attenzioni da porre in fase esecutiva dovranno essere ancora maggiori per evitare danni a perso e cose o al supporto murario.

III. L'operatore procede alla spolveratura delle superfici murarie dopo stonacatura con idropulitrice. La distanza dell'ugello erogatore dalla superficie dovrà essere costante e in ogni caso mai inferiore a 5 cm o superiore a 20 cm; il getto di acqua sarà erogato a bassissima pressione. L'operatore procede preferibilmente dall'alto verso il basso con campiture limitate allo scopo di asportare rapidamente dalle superfici lo sporco rimosso evitando che questo possa penetrare nel supporto sottostante durante il percolamento delle acque reflue. Successivamente esegue un risciacquo con acqua fredda secondo campionatura per parti contigue e consecutive. Il risciacquo deve essere protratto fino alla eliminazione completa dei residui di sporco.

FASE 3 - RACCOLTA, SMALTIMENTO DELLE MACERIE E PULIZIA DEL CANTIERE

I. L'Operatore procede alla discesa controllata delle macerie dall'alto verso il basso ed alla pulizia delle aree limitrofe al cantiere.

II. L'operatore procede al caricamento delle macerie sul piano di carico del mezzo di trasporto per lo smaltimento alla discarica.

III. L'operatore provvederà a controllare che tra i materiali di risulta della demolizione dell'intonaco non siano presenti materiali a loro non assimilabili ai fini dello smaltimento.

ELENCO DEI POSSIBILI PROBLEMI E LORO TRATTAMENTO

1. MURATURA DI SUPPORTO NON PERFETTAMENTE LIBERA DA RESIDUI DI INTONACO.
Verificare se l'entità e l'estensione dei residui è pregiudizievole in relazione alle successive operazioni in progetto: in caso affermativo si deve provvedere al loro totale asportazione.

2. MURATURE DANNEGGIATE DALL'INTERVENTO DI STONACATURA.
Portare correzioni al sistema di intervento eventualmente utilizzando tecniche più delicate, usare maggiori attenzioni e provvedere alle riparazioni ritenute più opportune del supporto murario danneggiato.

3. DANNEGGIAMENTI A COSE O A PERSONE
Controllo delle opere di copertura e di protezione e provvedere per quanto possibile al ripristino delle cose danneggiate.

Comune di Pavia LAVORO DI RESTAURO DEL MONASTERO DI SANTA CLARA EX CASERMA CALCHI COME NUOVA SEDE DELLA BIBLIOTECA CIVICA BONETTA			
Individuazione degli interventi di conservazione e rifacimento degli intonaci: Demolizione controllata degli intonaci esistenti			

Descrizione
<p>Totale asportazione degli intonaci esistenti anche in buono stato di conservazione, senza arrecare danno agli intonaci sottostanti che si vogliono riportare in luce, effettuata mediante azione manuale.</p> <p>Durante questa operazione si avrà cura di evitare danneggiamenti a serramenti, pensiline, parapetti e a tutto quanto non asportabile a cura della Committenza.</p> <p>Calo del materiale di risulta al piano terra, carico su automezzo e trasporto alle pubbliche demolizioni.</p> <p>Lavaggio con idropulitrice di tutte le superfici al fine di eliminare residui di polveri e calcinacci.</p>

Strumenti e mezzi d'opera
<p>Mazzetta, punta e scalpello, lame, bisturi raschietto, miscroincisore.</p> <p>Indumenti di lavoro:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Occhiali - Guanti - Maschere protettive

Descrizione sintetica della procedura esecutiva
<p>PRECEDENZE:</p> <p>FASE 1 Predisposizione di protezioni contro danni a cose o persone</p> <p>FASE 2 Esecuzione dell'intervento di demolizione</p> <p>FASE 3 Raccolta, smaltimento delle macerie e pulizia del cantiere</p>

FASE 1 - PREDISPOSIZIONE DI PROTEZIONI CONTRO DANNI A COSE O PERSONE
<p>I. Predisporre le opportune protezioni in corrispondenza di passaggi pedonali e/o veicolari sottostante controllando la caduta di macerie.</p> <p>II. Predisporre le opportune protezioni su componenti edilizi adiacenti o sottostanti al fine di evitare danneggiamenti e/o rotture.</p>

FASE 2 - ESECUZIONE DELL'INTERVENTO DI DEMOLIZIONE

I. L'operatore procede all'intervento di demolizione dell'intonaco partendo dall'alto verso il basso, distaccando parti limitate e di peso non eccessivo ed eliminando manualmente parti sollevate di notevole spessore. La demolizione dovrà sempre essere controllata, dovrà limitarsi all'asportazione dell'intonaco senza intaccare gli strati di intonaco sottostante da conservare e le aree limitrofe all'intonaco da conservare. La demolizione sarà eseguita con mezzi manuali.

II. Qualora l'estensione o la durezza delle superfici da asportare lo richiedesse potranno essere utilizzati mezzi elettromeccanici (vibroincisore). In questo caso (generalmente per gli intonaci di malta di cemento) le precauzioni d'uso e le attenzioni da porre in fase esecutiva dovranno essere ancora maggiori per evitare danni a persone cose o agli strati di intonaco.

III. L'operatore procede allo spolvero delle superfici murarie dopo stonacatura con pennellesse.

FASE 3 - RACCOLTA, SMALTIMENTO DELLE MACERIE E PULIZIA DEL CANTIERE

I. L'Operatore procede alla discesa controllata delle macerie dall'alto verso il basso ed alla pulizia delle aree limitrofe al cantiere.

II. L'operatore procede al caricamento delle macerie sul piano di carico del mezzo di trasporto per lo smaltimento alla discarica.

III. L'operatore provvederà a controllare che tra i materiali di risulta della demolizione dell'intonaco non siano presenti materiali a loro non assimilabili ai fini dello smaltimento.

ELENCO DEI POSSIBILI PROBLEMI E LORO TRATTAMENTO

1. MURATURA DI SUPPORTO NON PERFETTAMENTE LIBERA DA RESIDUI DI INTONACO.

Verificare se l'entità e l'estensione dei residui è pregiudizievole in relazione alle successive operazioni in progetto: in caso affermativo si deve provvedere al loro totale asportazione.

2. MURATURE DANNEGGIATE DALL'INTERVENTO DI STONACATURA.

Portare correzioni al sistema di intervento eventualmente utilizzando tecniche più delicate, usare maggiori attenzioni e provvedere alle riparazioni ritenute più opportune del supporto murario danneggiato.

3. DANNEGGIAMENTI A COSE O A PERSONE

Controllo delle opere di copertura e di protezione e provvedere per quanto possibile al ripristino delle cose danneggiate.

Comune di Pavia LAVORO DI RESTAURO DEL MONASTERO DI SANTA CLARA EX CASERMA CALCHI COME NUOVA SEDE DELLA BIBLIOTECA CIVICA BONETTA			
Individuazione degli interventi di conservazione e rifacimento degli intonaci: Esecuzione di intonaco di calce (arriccio e finitura)			

Descrizione
<p>Esecuzione su intonaco rustico molto fine o su finitura a stabilitura di calce idraulica naturale di due o più strati di sottili rasature con colletta costituita da grassello di calce, polveri di marmo micronizzate, pigmenti costituiti da ossidi di ferro precipitati, terre naturali o pietre colorate macinate, eventuali additivi polimerici in dispersione. La lisciatura verrà eseguita con spatola metallica. Il tutto secondo codice di pratica UNI prEDL297.</p>

Strumenti e mezzi d'opera
<p>Miscelatori elettromeccanici Cazzuole, frattazzo metallico Casse a volume noto per dosaggi Indumenti di lavoro: - Occhiali - Guanti</p>

Materiale	Consumo medio per unità di superficie
LEGANTI AEREI: - grassello di calce - calce idrata in polvere AGGREGATI: - polvere di marmo - aggregati selezionati a granulometria finissima ADDITIVI: - lattice acrilico PIGMENTI: - terre coloranti - pietre macinate- - ossidi di ferro precipitati PRODOTTI PREMISCELATI PRONTI ALL'USO	0,8 - 1,5 kg/mq di impasto

Descrizione sintetica della procedura esecutiva

PRECEDENZE: Lavaggio e consolidamento del supporto

FASE 1

Ispezione e preparazione del supporto (arriccio fine o stabilitura)

FASE 2

Preparazione dell'impasto (malta di calce aerea e polveri di marmo, pigmentata in massa)

FASE 3

Protezione e coperture delle superfici da non imbrattare

FASE 4

Applicazione dello strato di corpo (arriccio)

FASE 5

Applicazione dello strato di finitura (intonaco marmorino)

SUCCESSIVO: Velatura

FASE 1 - ISPEZIONE E PREPARAZIONE DEL SUPPORTO

I. L'Assistente del direttore di cantiere e l'Operatore

- esaminano lo stato dell'intonaco di fondo
- verificano la presenza di eventuali deterioramenti
- verificano che dalla esecuzione dell'arriccio o della stabilitura non siano passati più di 3 mesi
- verificano la presenza di elementi contaminati (olio, polveri, sali solubili, materiali disciolti, strati superficiali incompatibili)
- verificano planarità e verticalità delle superfici
- verificano la verticalità degli spigoli
- stimano il grado di ruvidezza del supporto, la capacità di assorbimento, la consistenza
- controllano la presenza di anomalie difetti che potrebbero provocare inattesi degradi dell'intonaco di completamento della lacuna in esecuzione
- controllano la presenza di elementi strutturali, oggetti o componenti che per forma o posizione potrebbero provocare rapido degrado dell'intonaco
- controllano la carenza o la mancanza di elmetti e componenti di protezione la cui assenza potrebbe essere causa di rapido degrado dell'intonaco.
- verificano la presenza di fessurazioni, giunti strutturali e sollecitazioni indotte nel supporto dal sistema strutturale
- la stabilità dimensionale del supporto in relazione alle azioni termiche e igrometriche

II. L'Assistente del direttore di cantiere e l'operatore verificano la compatibilità meccanica (ruvidezza) del supporto con le malte previste in progetto; se la verifica dà esito positivo l'Operatore dà inizio ai lavori di rasatura. Se l'esito è negativo si dovrà provvedere alla preparazione del supporto per renderlo idoneo a ricevere la rasatura.

III. L'Operatore procede, se del caso, alla preparazione del supporto come segue:

- se il supporto costituito da intonaco di fondo è disgregato provvederà alla sua riagggregazione
- se l'arriccio o la stabilitura fossero di rugosità troppo accentuata o irregolare provvederà ad eseguire una rasatura intermedia
- se il supporto presentasse residui di polvere dovrà essere spazzolato con pennellesse.
- se il supporto fosse poco poroso si provvede alla aggiunta nella malta di additivo polimerico (Primal AC33 in diluizione 1 a 3 con acqua) utilizzando tale miscela nell'impasto in sostituzione dell'acqua
- se il supporto presentasse contaminazioni di sali questi dovranno essere rimossi; se le efflorescenze fossero consistenti si dovrà provvedere alla parziale demolizione dell'arriccio fino alla muratura, alla asportazione dei sali a secco e successivamente con lavaggi o impacchi con acqua deionizzata ed alla applicazione di appositi prodotti in grado di contenere o controllare successive cristallizzazioni di sali.

FASE 2 - PREPARAZIONE DEGLI IMPASTI

MISCELAZIONE A MANO

I. L'operatore predisporre il piano di miscelazione, o il contenitore nel quale si deve realizzare l'impasto, in modo che sia pulito e non contenga residui della miscelazione precedente.

II. L'Operatore esegue il dosaggio in volume mediante apposite casse di dosaggio secondo le indicazioni di progetto e facendo riferimento alla tabella in appendice (TABELLA 1) alla presente scheda e predisporre una quantità di materiale sufficiente a completare l'opera o parti d'opera omogenee.

III. aggiunge il legante agli aggregati ed ai pigmenti in precedenza predisposti (che devono essere asciutti e non contenere elementi indesiderati) con poca acqua (2/3 circa del previsto) e mescolare fino ad ottenere un insieme di colore uniforme

IV. L'Operatore controlla la giusta cromia dell'impasto e la dimensione e cromia degli aggregati su campione asciutto in confronto con il controcampione de progetto.

MISCELAZIONE CON IMPASTATRICE:

I. L'Operatore introduce nella impastatrice prima l'aggregato e quindi gradualmente introduce il legante ed i pigmenti. Successivamente introduce la quantità d'acqua necessaria e predisporre una quantità di materiale sufficiente a completare l'opera o parti d'opera omogenee.

II. La miscelazione deve proseguire fino a che il materiale non acquisti un aspetto uniforme.

III. L'operatore controlla la giusta cromia dell'impasto su campione asciutto in confronto con il controcampione di progetto

IV. Se il progetto stabilisce che nell'impasto devono essere aggiunti additivi, questi, se liquidi, dovranno essere miscelati, nella dose stabilita, all'acqua di impasto e congiuntamente ad essa immessi nell'impastatrice; se in polvere, essi dovranno essere immersi nell'impastatrice, nella quantità stabilita di progetto, dopo la sabbia e prima del legante.

NOTA BENE:

- l'acqua di impasto deve essere limpida, scevra da materie organiche e terrose e non dovrà essere aggressiva;
- gli aggregati devono essere asciutti, non devono contenere sostanze organiche, solfati, limo: la curva granulometrica dovrà essere proporzionale alle caratteristiche dell'impasto ad al risultato figurativo previsto dal progetto;
- tutti i materiali in cantiere devono essere conservati all'asciutto ed in luogo riparato;
- durante l'impasto non dovranno mai essere utilizzati materiali già in fase di indurimento o compromessi dal gelo
- se si utilizzano pigmenti minerali l'impasto deve essere preparato in una unica soluzione e comunque, anche se preparato a più riprese, deve poi essere miscelato in un recipiente capace di contenere l'intera produzione.

USO DI PRODOTTI PREMISCELATI

In caso di impiego di prodotti premiscelati l'operatore deve:

- controllare che le confezioni siano chiuse ed integre
- controllare sulle specifiche tecniche fornite dal produttore eventuali indicazioni di manipolazione e posa e vi si atterrà scrupolosamente
- controllare che i quantitativi disponibili siano sufficienti a compiere l'opera
- controlla le caratteristiche dell'impasto e la correttezza della cromia predisponendo un campione asciutto in confronto con il controcampione di progetto.

FASE 3 - PROTEZIONE E COPERTURE DELLE SUPERFICI DA NON IMBRATTARE

I. L'Operatore predisporre le opportune protezioni nell'eventuale passaggio pedonale sottostante controllando la possibilità di cadute dei materiali di utilizzo.

II. Predisporre le opportune protezioni su elementi decorativi, infissi, portoni, ecc., ad evitare possibilità di imbrattamento.

III. Predisporre le opportune protezioni di elementi in metallo o vetro che potrebbero essere danneggiate dalle malte

FASE 4 - APPLICAZIONE DELLO STRATO DI CORPO (ARRICCIO)

I. Gli operatori provvedono a porre in atto accorgimenti che permettano il controllo dello spessore e della planarità dell'intonaco come segue:

- fissano alla parete, utilizzando la stessa malta per l'intonaco, piccoli conci di pietra o laterizio (di circa 4 cm di lato) con spessore corrispondente a quello che si vuole ottenere con il nuovo intonaco
- i conci vengono disposti allineati orizzontalmente a distanza di braccio (variabile tra 50 e 100 cm)
- sempre a distanza di braccio si ripete l'operazione in senso verticale e fino a che le condizioni di lavoro costringono a cambiare piano di impalcatura.

II. Gli operatori applicano la malta sull'area della lacuna tenendo in considerazione, per quanto riguarda lo spessore dell'intonaco, i livelli stabiliti con la posa dei conci. utilizzano una malta composta da aggregati medi (in genere compresi tra 0,5 e 1,5 mm), meno grossolani di quelli usati per il rinzaffo (e comunque in relazione allo spessore dell'intonaco circostante), ponendo cazzuolate di malta soda, le une accanto alle altre senza sovrapposizioni fino alla copertura totale dell'area di lacuna da intonacare.

Il raggiungimento dello spessore richiesto si ottiene con strati successivi, posti gli uni sopra gli altri, quando il precedente è ben fermo e darà segno di aver fatto presa. ogni singolo strato non sarà mai superiore allo spessore di cm 1,5 - 2 per volta. Quando lo strato sottostante risultasse eccessivamente asciugato, gli operatori provvedono ad inumidirlo adeguatamente.

III. L'ultimo strato viene pareggiato superficialmente con cazzuola e leggermente frattazzato. se non diversamente specificato dal progetto, si avrà l'attenzione di tenere l'intonaco della lacuna in leggero sottolivello rispetto agli intonaci esistenti. sarà quindi posta la massima attenzione nelle lavorazioni in corrispondenza dei lembi di accosto con gli intonaci esistenti, che saranno particolarmente curati utilizzando spatolini metallici da stuccatore o altri attrezzi idonei.

IV. Gli operatori provvedono alla frattazzatura generale dell'intonaco di lacuna onde uniformare le superfici che dovranno risultare scabre per permettere alla successiva finitura di ben aderire.

NOTA BENE:

Le malte idrauliche devono essere utilizzate dal momento dell'aggiunta dell'acqua entro 2 ore in estate e 3 ore in inverno.

FASE 5 - APPLICAZIONE DELLO STRATO DI FINITURA (INTONACO MARMORINO)

I. Gli operatori indossano gli indumenti protettivi di lavoro

II. Gli operatori verificano le condizioni atmosferiche e controllano che la temperatura esterna sia compresa tra + 5 e + 35 °C. Utilizzeranno particolari accorgimenti per superfici esposte al sole, in giornate ventose e asciutte e con temperature elevate.

III. Gli operatori bagnano abbondantemente il supporto.

IV. Gli operatori applicano la rasatura consistente in malta morbida, con aggregati di grana finissima che viene posata in più strati sottili per successive rasature con frattazzi metallici e successivamente levigata e compattata con forza al fine di ottenere superfici perfettamente lisce. La rasatura può essere limitata al riempimento dei vuoti di supporto sottostante (e in questo caso saranno visibili le puntature dell'aggregato di supporto) oppure la rasatura può essere applicata a totale copertura del supporto medesimo.

ELENCO DEI POSSIBILI PROBLEMI E LORO TRATTAMENTO

1. FORMAZIONE DI CREPE E FESSURAZIONI DOVUTE A RITIRI IN FASE DI ASCIUGATURA (DOVUTI AD ERRORI DI MISCELAZIONE, ERRORI DI APPLICAZIONE, ERRORI NEL CONFEZIONAMENTO DELL'IMPASTO).

Si valuta l'entità e l'estensione del difetto. Se di limitata entità si accetta provvedendo ad una stuccatura delle fessurazioni di maggior dimensione. Se di estensione ed entità inaccettabili provvedere alla demolizione ed al successivo rifacimento.

2. FORMAZIONI DI LESIONI E FESSURAZIONI DOVUTE E MOVIMENTI DEL SUPPORTO MURARIO.

Si esegue un intervento di parziale rifacimento e sigillatura interponendo, nell'arriccio di fondo, in corrispondenza della lesione, un'armatura con rete in fibra sintetica avente caratteristiche tecniche adeguate. Se si ritenesse che i movimenti della struttura non siano controllabili, si provvede alla esecuzione di modifiche di progetto.

3. DISTACCO DELL'INTONACO DI LACUNA DAL SUPPORTO DOVUTI AD ERRORI DI APPLICAZIONE.

Si valuta l'estensione dei distacchi ed il tipo di errore che ha causato il guasto: se di limitata entità si provvede alla demolizione delle sole parti distaccate ed al loro disfacimento, se si tratta di errore grave si provvede alla totale demolizione dell'intonaco marmorino ed al suo rifacimento.

4. DISTACCHI DELLA RASATURA DELL'INTONACO DI SUPPORTO AD ERRORI DI PREPARAZIONE DEL SUPPORTO STESSO.

Si valuta l'estensione dei distacchi ed il tipo di errore che ha causato il guasto: se di limitata entità si provvede alla demolizione delle sole parti distaccate ed al loro disfacimento, se si tratta di errore grave si provvede alla totale demolizione dello strato di intonaco marmorino, alla adeguata preparazione del supporto ed al rifacimento dell'intonaco stesso

5. PRESENZA DI MACCHIE DI UMIDITA' DOVUTE A RISALITA CAPILLARE, INFILTRAZIONE DALLE COPERTURE, GUASTI AGLI IMPINATI DI ADDUZIONE/SCARICO ACQUE.

Si provvede alla ricerca e alla riparazione del guasto con le tecniche più opportune in relazione al tipo di causa individuata. Si valuta l'opportunità di rifacimento delle aree interessate dal fenomeno. Se ritenuto necessario, si procede alla demolizione delle parti di arriccio che presentano le macchie di umidità, si lascia trascorrere il tempo occorrente alla asciugatura della muratura e si provvede, successivamente, alla reintonacatura delle parti demolite sia per quanto riguarda l'arriccio sia per l'intonaco marmorino.

6. PRESENZA DI EFFLORESCENZE SALINE

Si valuta il tipo di sale, l'estensione dell'efflorescenza e la possibile causa che l'ha provocata: se si tratta di sali non pericolosi e l'efflorescenza è di limitata entità si provvede al lavaggio dei sali con acqua demineralizzata. Se il guasto è consistente e vi sono la possibilità di ulteriori cristallizzazioni, si procede alla demolizione delle parti di arriccio interessate dal guasto e al loro rifacimento (sia arriccio sia intonaco marmorino) previo trattamento di trasformazione dei sali (per renderli insolubili).

7. PRESENZA DI MUFFE E ALTRI INFESTANTI BIOLOGICI

Si procede alla asportazione manuale e successiva pulitura con biodeteriogeni.

8. DISAGGREGAZIONE DELLE SUPERFICI A SEGUITO DI TROPPO RAPIDA ASCIUGATURA

Si valuta la possibilità di riagggregazione delle superfici utilizzando prodotti fluidi di tipo polimerico o minerale. Nel caso questa soluzione non sia possibile si provvede alla demolizione e rifacimento delle parti disaggregate.

9. PRESENZA DI SUPERFICI NON PERFETTAMENTE LISCE E LEVIGATE

Si provvede ad integrare la rasatura previa carteggiatura delle zone non accettabili oppure, se questo non fosse possibile o sufficiente, alla esecuzione di nuova rasatura.

10. DIFFORMITA' CROMATICHE DELL'INTONACO RISPETTO AL CONTROCAMPIONE DI PROGETTO

E CONTRASTI CROMATICI E DIFFORMITA' DI COLORITURA TROPPO ACCENTUATI

Si verifica se il lavoro eseguito può essere accettato. In caso di finitura molto levigata (a stucco) si procede a parziale pomiciatura delle superfici ed alla applicazione di un nuovo strato avente cromia adeguata. In caso di finitura liscia ma non levigata (tipo intonaco finissimo) si procede alla velatura delle superfici con tinta adatta a consentire il raggiungimento della cromia di progetto oppure, se queste soluzioni fossero inaccettabili, si procede al rifacimento della rasatura in sovrapposizione

TABELLA A

COMPOSIZIONI INDICATIVE IN VOLUME: MALTE DI COCCIOPESTO E POZZOLANA						
	Arriccio	Arriccio	Arriccio	Arriccio	Arriccio	Finitura
Calce aerea in pasta (grassello)	3		2	1		
Calce aerea in polvere (idrato di calcio)		1				
Calce idraulica naturale		2			1	3
Sabbia vagliata asciutta (granulometria: 0,5/1,5)	4	2			2	
sabbia fine asciutta (granulometria: 0,5/0,8)						1
Cocciopesto	2	4	3			
Pozzolana				3	1	2
Acqua	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)

COMPOSIZIONI INDICATIVE IN VOLUME: MALTE IN TRE STRATI A BASE DI LEGANTI AEREI E IDRAULICI					
	Rinzaffo	Arriccio	Stabilitura	Finitura liscia	Finitura lucida
Sabbia grossolana asciutta (gran: 2p 1,5/5+1p 0,5/1,2)	6				
sabbia vagliata asciutta (gran: 0,5/1,5)		8			
Sabbia fine asciutta (gran. 0,5/0,8)			2		
Polvere di marmo (100 micron per finiture lisce) (50 micron per finiture lucide)				1	1
Calce idraulica naturale		3	2		
Calce aerea in pasta (grassello)		1	2	1	1
Acqua	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)

NOTA:

Il dosaggio dei leganti in peso si ottiene moltiplicando i dosaggi in volume riportati in tabella per i seguenti pesi specifici apparenti (in mucchio) secondo DIN 18550.

- grassello di calce (con 505 di acqua) : 1,3 kg/l
- calce idrata (in polvere) : 0,5 Kg/l
- calce idraulica naturale : 0,9 kg/l
- calce eminentemente idraulica : 1,3 kg/l
- acqua : 1,0 Kg/l
- sabbia bagnata : 1,3 Kg/l
- sabbia asciutta : 1,5 Kg/l

Si ricordi che 1 litro di acqua equivale a 1 dmc, ed il peso è di 1 Kg; mentre 1 mc equivale a 1000 dmc, ovvero 1000 l, ed il peso è 1 t. Un secchio da muratore contiene 10 l circa, (e 15 kg di sabbia) l'equivalente di 10 dmc, ovvero 0,01 mc, ossia 1 t.

Una comune carriola a riposo contiene invece 40 l di acqua (4 secchi), l'equivalente di 40 dmc, ossia 0,04 mc.

Nella pratica del cantiere è consigliabile conoscere le proporzioni espresse in peso, poiché i leganti sono comunemente consegnati in sacchi da 50 o 33 Kg.

Comune di Pavia
LAVORO DI RESTAURO DEL MONASTERO DI SANTA CLARA EX CASERMA CALCHI COME
NUOVA SEDE DELLA BIBLIOTECA CIVICA BONETTA

Individuazione degli interventi di
conservazione e rifacimento degli intonaci:

**Pulitura controllata
degli intonaci con
sistema aerabrasivo**

Descrizione

Pulitura delle superfici con sistema aerabrasivo costituito da piccoli cristalli di ossidi metallici erogati a bassa pressione da apposita attrezzatura. Tale sistema, perfettamente controllabile, consente di ottenere una pulitura delicata e la conservazione delle patine naturali. Durante le operazioni di pulitura si dovranno adeguatamente proteggere serramenti, vetri e tutto ciò che è danneggiabile o soggetto a infiltrazioni delle polveri. Si provvederà inoltre a controllare la raccolta del materiale abrasivo in modo che non arrechi danni al passaggio pedonale o veicolare sottostante.

Strumenti e mezzi d'opera

Compressore 220/380 Volt, canne d'aria, cavi 220/380 Volt, quadro elettrico, pistole aeroabrasivatrici.

Indumenti di lavoro:

- Occhiali
- Guanti
- Maschere
- Tute protettive

Materiale

Consumo medio per unità di superficie

ABRASIVI
- Abrasivo d'alto forno
- Sabbia silicea

1,5 - 4 Kg/mq

Descrizione sintetica della procedura esecutiva

PRECEDENZE: eventuale preconsolidamento
FASE 1
Collegamento all'utenza elettrica e montaggio dell'impianto
FASE 2
Protezione e coperture delle superfici
FASE 3
Ispezione del supporto ed esecuzione di prove preliminari
FASE 4
Esecuzione dell'aeroabrasivatura
FASE 5
Smontaggio dell'impianto
SUCCESSIVO: Consolidamento e/o protezione

FASE 1 - COLLEGAMENTO ALL'UTENZA ELETTRICA E MONTAGGIO DELL'IMPIANTO

- I. L'Operatore esegue il collegamento del compressore al quadro elettrico
- II. Verifica che il senso di rotazione del motore del compressore sia corretto.
- III. Eseguire il collegamento aria dal compressore alla pistola aeroabrasivatrice avendo cura che i collegamenti siano eseguiti correttamente.
- IV. Inserisce il pescaggio della pistola aeroabrasivatrice nel contenitore dell'abrasivo.
- V. Controlla il livello olio del compressore e quindi procede all'avviamento.

FASE 2 - PROTEZIONE E COPERTURE DELLE SUPERFICI

- I. L'Operatore predispone le opportune protezioni all'eventuale passaggio pedonale sottostante controllando la raccolta delle polveri abrasive.
- II. Predispone le opportune protezioni e sigillature su infissi, portoni, ecc. ad evitare infiltrazioni di polveri.
- III. Predispone le opportune protezioni di elementi in metallo o vetro che potrebbero essere danneggiate dall'abrasivo.

FASE 3 - ISPEZIONE DEL SUPPORTO ED ESECUZIONE DI PROVE PRELIMINARI

- I. L'Assistente del direttore del cantiere e l'Operatore verificano la consistenza del supporto e delle superfici da sottoporre a pulitura:
 - controllano che il supporto non sia fragile o caratterizzato da bassa durezza
 - che non vi siano parti decoese.
- II. Se le superfici sono in buono stato di conservazione l'operatore può dare inizio ai lavori di pulitura.
- III. L'operatore regola la pressione dell'aria sul manometro fino ad un massimo di 4 bar.
- IV. Procede all'esecuzione di campionature con l'abrasivo determinato dal progetto. In relazione all'esito della campionatura stessa possono essere utilizzati abrasivi differenti per natura e dimensione.

FASE 4 - ESECUZIONE DELLA AEROABRASIVATURA

- I. L'operatore indossa gli indumenti protettivi di lavoro.
- II. Procede all'esecuzione della pulitura secondo la modalità definite dalla campionatura con movimenti circolari della pistola mantenendo una distanza dalla superficie compresa tra 10 e 20 cm.
- III. Particolare attenzione dovrà essere posta a:
 - mantenere una distanza costante della superficie da pulire
 - precedere per aree contigue ed omogenee
 - ad avviamento del compressore occorre erogare aria a getto libero per qualche minuto allo scopo di smaltire condense interne.

FASE 5 - SMONTAGGIO DELL'IMPIANTO

- I. Al termine della aeroabrasivatura si procede alla pulitura ed allo smontaggio dell'impianto riordinando adeguatamente le attrezzature.
- II. Si provvede alla rimozione di tutte le protezioni
- III. Si provvede alla pulizia dei residui a piè d'opera e di eventuali residui di lavorazione presenti sul ponteggio.

ELENCO DEI POSSIBILI PROBLEMI E LORO TRATTAMENTO

1. DIFETTOSO FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO.

Si controlla:

- la corretta esecuzione di tutti i collegamenti
- eventuali otturazioni nelle tubazioni di portata dell'abrasivo.
- presenza di condense nelle tubazioni aria.

2. INSUFFICIENTE PULITURA

Si procede ad un nuovo ciclo di pulitura o si valuta la necessità di apportare una modifica di progetto utilizzando metodi più congruenti.

3. PRESENZA DI SEGNI DOVUTI A PULITURA DISOMOGENEA

Si procede all'integrazione della pulitura limitatamente alle aree che visivamente si presentano non accettabili.

4. DANNEGGIAMENTI A MANUFATTI ADIACENTI

Si ripristina, per quanto possibile, il manufatto nelle condizioni originarie.

5. INEFFICACE PULITURA.

Si verificano le cause dell'inefficacia del sistema utilizzato in relazione alle campionature preliminari eseguite. Si valuta la necessità di apportare modifiche di progetto utilizzando metodi più congruenti.

Comune di Pavia
**LAVORO DI RESTAURO DEL MONASTERO DI SANTA CLARA EX CASERMA CALCHI COME
 NUOVA SEDE DELLA BIBLIOTECA CIVICA BONETTA**

Individuazione degli interventi di conservazione e rifacimento degli intonaci: Raschiatura parziale di tinte e pitture				
--	--	--	--	--

Descrizione

Raschiatura saltuaria e parziale di esistenti strati di coloritura eseguiti con mezzi meccanici (spatole e raschietti). La raschiatura dovrà essere limitata alle sole parti distaccate o in fase di distacco e non dovrà in nessun caso interessare gli strati più superficiali del sottofondo. Eventuali parti delle preesistenti coloriture che risultassero ancora ben aderenti al supporto saranno conservate. Eventuali differenze di planarità tra superfici raschiate e non, saranno annullate con leggere carteggiature e stuccature.

Strumenti e mezzi d'opera	Rif. scheda manutenzione elementi
Spatole, raschietti, lame, bisturi, scalpelli Microscalpello Vibroincisore Indumenti di lavoro: - Occhiali - Guanti - Maschere	

PRECEDENZE:
 FASE 1
 Esecuzione di prova preliminare di quadrettatura
 FASE 2
 Esecuzione dell'operazione di raschiatura parziale
 FASE 3
 Recupero del materiale di risulta e pulizia del cantiere

FASE 1 - ESECUZIONE PROVA PRELIMINARE

I. Esecuzione di prova preliminare attraverso quadrettatura di cm 1 di lato su una superficie significativa di almeno 100 cmq (un quadrato di 10 c per lato) distribuita su diversi punti della superficie oggetto di intervento allo scopo di verificare l'adesione al supporto dei vari strati di tinta o pittura. L'operazione andrà eseguita utilizzando lame da taglio e righe metalliche per l'ottenimento di linee rette.

II. Valutazione visiva degli esiti della prova preliminare in relazione alla maggior o minore integrità dello strato sottoposto a quadrettatura. Se l'esito è soddisfacente (le parti che si distaccano a seguito della quadrettatura sono inferiori al 20% della superficie sottoposta alla prova) si procede all'esecuzione di una raschiatura parziale; se non soddisfacente si valuta l'opportunità di eseguire una raschiatura totale. Tali valutazioni sono naturalmente subordinate agli obiettivi del progetto alle necessità di conservazione degli stati corticali.

III. La conservazione degli strati più antichi (ed eventualmente anche di quelli più superficiali) dipenderà dalle indicazioni di progetto e da valutazioni di opportunità e possibilità tecnico-economiche.

FASE 2 - RASCHIATURA PARZIALE

I. Secondo gli esiti della prova preliminare si procede all'esecuzione della raschiatura parziale avendo cura di:

- adottare le opportune protezioni personali
- eseguire le operazioni solo sulle parti staccate o in fase di distacco avendo cura di non intaccare il sottofondo e i suoi strati superficiali.
- nel caso di presenza di strati e cromie sottostanti ben conservati, questi devono essere rigorosamente conservati.

II. La raschiatura è eseguita utilizzando sempre attrezzature adeguate e controllabili in relazione alla dimensione delle aree da raschiare ed alla consistenza degli strati da eliminare. Si dovranno utilizzare, se le condizioni di lavoro lo richiederanno, anche raschietti molto piccoli o bisturi.

FASE 3 - RECUPERO DEL MATERIALE DI RISULTA E PULIZIE

I. terminate le operazioni di raschiatura e asportazione degli strati degradati si procederà alla raccolta del materiale di risulta e alla pulizia del cantiere.

ELENCO DEI POSSIBILI PROBLEMI E LORO TRATTAMENTO

1. PRESENZA DI PARTI INCOERENTI DELLO STRATO DA ASPORTARE DOPO RASCHIATURA
Completare l'operazione limitatamente alle zone dove l'intervento non è stato compiuto correttamente.

2. DANNEGGIAMENTI AL SOTTOFONDO O AGLI STRATI CROMATICI SOTTOSTANTI
Ripristinare il sottofondo, per quanto possibile, nelle condizioni originarie.

Comune di Pavia
**LAVORO DI RESTAURO DEL MONASTERO DI SANTA CLARA EX CASERMA CALCHI COME
 NUOVA SEDE DELLA BIBLIOTECA CIVICA BONETTA**

Individuazione degli interventi di conservazione e rifacimento degli intonaci: Integrazione delle porzioni di intonaco				
--	--	--	--	--

Descrizione

Integrazioni delle parti di intonaco mancanti (lacune) e/o degli eventuali strati corticali.
 La malta da utilizzare per ogni singola lacuna, o per lacune di aree omogenee, dovrà aver caratteristiche tecniche simili a quelle degli intonaci esistenti. Particolare cura dovrà essere posta nella individuazione della composizione e colorazione specifica della malta la cui cromia e granulometria dovrà uniformarsi, una volta applicata ed essicata, alle diverse sfumature cromatiche e caratteristiche tessiturali degli intonaci circostanti.
 Le parti integrate, se non diversamente specificato in progetto, verranno tenute su un piano differente (in genere sottolivello) rispetto alla superficie degli intonaci adiacenti per consentirne la distinguibilità.
 L'applicazione della malta verrà eseguita per stratificazioni successive e con aggregati e granulometrie decrescenti dagli strati più profondi a quelli più superficiali, analogamente a quanto avviene per la realizzazione delle normali intonacature, con spatole metalliche di diversa dimensione e le rifiniture sui lembi, che dovranno essere particolarmente curate, verranno eseguite con spatolini da stuccatore.

Strumenti e mezzi d'opera

Betoniera, miscelatori elettromeccanici
 Cazzuole, frattazzo metallico, spugne, frattazzino di spugna
 Casse a volume noto per dosaggi
 Indumenti di lavoro:
 - Occhiali
 - Guanti

Materiale	Consumo medio per unità di superficie
Leganti: - grassello di calce - calce idrata in polvere - calce idraulica naturale AGGREGATI: - sabbia litta - sabbie selezionate a granulometria nota ADDITIVI: - lattice acrilico PIGMENTI: - terre coloranti - pietre macinate- ossidi di ferro precipitati	6 kg/mq per ogni cm di spessore

Descrizione sintetica della procedura esecutiva

PRECEDENZE:

FASE 1

Ispezione e preparazione del supporto

FASE 2

Preparazione degli impasti

FASE 3

Protezione e coperture delle superfici da non imbrattare

FASE 4

Applicazione dello strato di adesione (rinzafo)

FASE 5

applicazione dello strato di corpo (arriccio)

FASE 6:

Applicazione dello strato di finitura

FASE 1 - ISPEZIONE E PREPARAZIONE DEL SUPPORTO

I. L'Assistente del direttore di cantiere e l'Operatore

- esaminano lo stato del supporto
- verificano la presenza di eventuali deterioramenti
- verificano la presenza di elementi contaminati (olio, polveri, sali solubili, materiali disciolti, strati superficiali incompatibili)
- verificano planarità e verticalità delle superfici
- verificano la verticalità degli spigoli
- stimano il grado di ruvidezza del supporto, la capacità di assorbimento, la consistenza
- controllano la presenza di anomalie difetti che potrebbero provocare inattesi degradi dell'intonaco di completamento della lacuna in esecuzione
- controllano la presenza di elementi strutturali, aggetti o componenti che per forma o posizione potrebbero provocare rapido degrado dell'intonaco
- controllano la carenza o la mancanza di elmetti e componenti di protezione la cui assenza potrebbe essere causa di rapido degrado dell'intonaco.
- verificano la presenza di fessurazioni, giunti strutturali e sollecitazioni indotte nel supporto dal sistema strutturale
- la stabilità dimensionale del supporto in relazione alle azioni termiche e igrometriche

II. L'Assistente del direttore di cantiere e l'operatore verificano la compatibilità meccanica (ruvidezza) del supporto con le malte previste in progetto. se la verifica dà esito positivo l'Operatore dà inizio ai lavori di intonacatura. se l'esito è negativo si dovrà provvedere alla preparazione del supporto per renderlo idoneo a ricevere lo strato finale.

III. L'Operatore procede, se del caso, alla preparazione del supporto come segue:

- se il supporto costituito da intonaco è disgregato o distaccato si provvederà al suo rifacimento
- se il supporto presentasse residui di polvere dovrà essere lavato e adeguatamente pulito
- se il supporto fosse poco poroso si provvede alla aggiunta nella malta di additivo polimerico (Primal AC33 in diluizione 1 a 3 con acqua) utilizzando tale miscela nell'impasto in sostituzione dell'acqua
- se il supporto presentasse contaminazioni di sali questi dovranno essere rimossi; se le efflorescenze fossero consistenti si dovrà provvedere alla parziale demolizione del supporto fino alla muratura
- se la muratura si presentasse sconnessa si dovrà provvedere ad adeguate rincoccature e fissaggio dei conci.

FASE 2 - PREPARAZIONE DEGLI IMPASTI

MISCELAZIONE A MANO

I. L'operatore predisporre il piano di miscelazione, o il contenitore nel quale si deve realizzare l'impasto, in modo che sia pulito e non contenga residui della miscelazione precedente.

II. L'Operatore esegue il dosaggio in volume mediante apposite casse di dosaggio secondo le indicazioni di progetto e facendo riferimento alla tabella in appendice (TABELLA 1) alla presente scheda e predisporre una quantità di materiale sufficiente a completare l'opera o parti d'opera omogenee.

III. aggiunge il legante agli aggregati ed ai pigmenti in precedenza predisposti (che devono essere asciutti e non contenere elementi indesiderata) con poca acqua (2/3 circa del previsto) e mescolare fino ad ottenere un insieme di colore uniforme

IV. L'Operatore controlla la giusta cromia dell'impasto e la dimensione e cromia degli aggregati su campione asciutto in confronto con il controcampione de progetto.

MISCELAZIONE CON IMPASTATRICE

I. L'Operatore introduce nella impastatrice prima l'aggregato e quindi gradualmente introduce il legante ed i pigmenti. Successivamente introduce la quantità d'acqua necessaria e predisporre una quantità di materiale sufficiente a completare l'opera o parti d'opera omogenee.

II. La miscelazione deve proseguire fino a che il materiale non acquisti un aspetto uniforme. Il giusto grado di pastosità si ottiene quando la malta preparata scivoli sulla cazzuola senza lasciar traccia di calce sulla lama. in caso contrario sarebbe indizio di una malta troppo grassa che andrebbe smagrita con un'opportuna aggiunta di aggregato.

III. L'Operatore controlla la giusta cromia dell'impasto e la dimensione e cromia degli aggregati su campione asciutto in confronto con il controcampione de progetto. Se il progetto stabilisce che nell'impasto devono essere aggiunti additivi, questi, se liquidi, dovranno essere miscelati, nella dose stabilita, all'acqua di impasto e congiuntamente ad essa immessi nell'impastatrice; se in polvere, essi dovranno essere immersi nell'impastatrice, nella quantità stabilita di progetto, dopo la sabbia e prima del legante.

NOTA BENE:

- l'acqua di impasto deve essere limpida, scevra da materie organiche e terrose e non dovrà essere aggressiva;
- gli aggregati devono essere asciutti, non devono contenere sostanze organiche, solfati, limo: la curva granulometrica dovrà essere proporzionale alle caratteristiche dell'impasto ad al risultato figurativo previsto dal progetto;
- tutti i materiali in cantiere devono essere conservati all'asciutto ed in luogo riparato;
- durante l'impasto non dovranno mai essere utilizzati materiali già in fase di indurimento o compromessi dal gelo
- le caratteristiche tecniche e prestazionali delle malte per il trattamento delle lacune di intonaco dovranno essere compatibili con quelle degli intonaci esistenti
- se non diversamente indicato dal progetto si utilizzeranno, come leganti, calce idraulica naturale per gli strati di adesione e di corpo, calce aerea per la finitura.

FASE 3 - PROTEZIONE E COPERTURE DELLE SUPERFICI DA NON IMBRATTARE

- I. L'Operatore predisporre le opportune protezioni nell'eventuale passaggio pedonale sottostante controllando la possibilità di cadute dei materiali di utilizzo.
- II. Predisporre le opportune protezioni su elementi decorativi, infissi, portoni, ecc., ad evitare possibilità di imbrattamento
- III. Predisporre le opportune protezioni di elementi in metallo o vetro che potrebbero essere danneggiate dalle malte.
- IV. Predisporre le opportune protezioni ai lati della lacuna da trattare in modo da non imbrattare gli intonaci circostanti.

FASE 4 - APPLICAZIONE DELLO STRATO DI ADESIONE (RINZAFFO)

- I. Gli operatori indossano gli indumenti protettivi di lavoro
- II. Gli operatori verificano le condizioni atmosferiche e controllano che la temperatura esterna sia compresa tra + 5 e + 35 °C. Utilizzeranno particolari accorgimenti per superfici esposte al sole, in giornate ventose e asciutte e con temperature elevate.
- III. Gli operatori bagnano abbondantemente l'area della lacuna evitando l'infradiciamento degli intonaci circostanti.
- IV. Gli operatori applicano il primo strato (rinzaffo) consistente in malta morbida, con aggregati di grana grossa (in genere compresa tra 1,5 e 5 mm) e comunque in relazione allo spessore dell'intonaco circostante, che viene lanciata con forza sul supporto, che penetri negli interstizi del muro e nelle porosità di conci in pietra e/o mattoni.
- V. Gli operatori lasciano far presa al rinzaffo senza intervenire con lisciate e altre manomissioni.

FASE 5 - APPLICAZIONE DELLO STRATO DI CORPO (ARRICCIO)

I. Gli operatori provvedono a porre in atto accorgimenti che permettano il controllo dello spessore e della planarità dell'intonaco come segue:

- fissano alla parete, utilizzando la stessa malta per l'intonaco, piccoli conci di pietra o laterizio (di circa 4 cm di lato) con spessore corrispondente a quello che si vuole ottenere con il nuovo intonaco
- i conci vengono disposti allineati orizzontalmente a distanza di braccio (variabile tra 50 e 100 cm)
- sempre a distanza di braccio si ripete l'operazione in senso verticale e fino a che le condizioni di lavoro costringono a cambiare piano di impalcatura.

II. Gli operatori applicano la malta sull'area della lacuna tenendo in considerazione, per quanto riguarda lo spessore dell'intonaco, i livelli stabiliti con la posa dei conci. utilizzano una malta composta da aggregati medi (in genere compresi tra 0,5 e 1,5 mm), meno grossolani di quelli usati per il rinzaffo (e comunque in relazione allo spessore dell'intonaco circostante), ponendo cazzuolate di malta soda, le une accanto alle altre senza sovrapposizioni fino alla copertura totale dell'area di lacuna da intonacare.

Il raggiungimento dello spessore richiesto si ottiene con strati successivi, posti gli uni sopra gli altri, quando il precedente è ben fermo e darà segno di aver fatto presa. ogni singolo strato non sarà mai superiore allo spessore di cm 1,5 - 2 per volta. Quando lo strato sottostante risultasse eccessivamente asciugato, gli operatori provvedono ad inumidirlo adeguatamente.

III. L'ultimo strato viene pareggiato superficialmente con cazzuola e leggermente frattazzato. se non diversamente specificato dal progetto, si avrà l'attenzione di tenere l'intonaco della lacuna in leggero sottolivello rispetto agli intonaci esistenti. sarà quindi posta la massima attenzione nelle lavorazioni in corrispondenza dei lembi di accosto con gli intonaci esistenti, che saranno particolarmente curati utilizzando spatolini metallici da stuccatore o altri attrezzi idonei.

IV. Gli operatori provvedono alla frattazzatura generale dell'intonaco di lacuna onde uniformare le superfici che dovranno risultare scabre per permettere alla successiva finitura di ben aderire.

NOTA BENE:

Le malte idrauliche devono essere utilizzate dal momento dell'aggiunta dell'acqua entro 2 ore in estate e 3 ore in inverno.

FASE 6 - APPLICAZIONE DELLO STRATO DI FINITURA (INTONACO MARMORINO)

I. Gli operatori indossano gli indumenti protettivi di lavoro

II. Gli operatori verificano le condizioni atmosferiche e controllano che la temperatura esterna sia compresa tra + 5 e + 35 °C. Utilizzeranno particolari accorgimenti per superfici esposte al sole, in giornate ventose e asciutte e con temperature elevate.

III. Gli operatori bagnano abbondantemente il supporto.

IV: Gli operatori applicano la rasatura consistente in malta morbida, con aggregati di grana finissima che viene posata in più strati sottili per successive rasature con frattazzi metallici e successivamente levigata e compattata con forza al fine di ottenere superfici perfettamente lisce. La rasatura può essere limitata al riempimento dei vuoti di supporto sottostante (e in questo caso saranno visibili le puntature dell'aggregato di supporto) oppure la rasatura può essere applicata a totale copertura del supporto medesimo.

ELENCO DEI POSSIBILI PROBLEMI E LORO TRATTAMENTO

1. FORMAZIONE DI CREPE E FESSURAZIONI DOVUTE A RITIRI IN FASE DI ASCIUGATURA (DOVUTI AD ERRORI DI MISCELAZIONE, ERRORI DI APPLICAZIONE, ERRORI NEL CONFEZIONAMENTO DELL'IMPASTO).

Si valuta l'entità e l'estensione del difetto. Se di limitata entità si accetta provvedendo ad una stuccatura delle fessurazioni di maggior dimensione. Se di estensione ed entità inaccettabili provvedere alla demolizione ad al successivo rifacimento.

2. FORMAZIONI DI LESIONI E FESSURAZIONI DOVUTE E MOVIMENTI DEL SUPPORTO MURARIO.

Si esegue un intervento di parziale rifacimento e sigillatura interponendo, nell'arriccio di fondo, in corrispondenza della lesione, un'armatura con rete in fibra sintetica avente caratteristiche tecniche adeguate. Se si ritenesse che i movimenti della struttura non siano controllabili, si provvede alla esecuzione di modifiche di progetto.

3. DISTACCO DELL'INTONACO DI LACUNA DAL SUPPORTO DOVUTI AD ERRORI DI PREPARAZIONE DEL SUPPORTO STESSO.

Si valuta l'estensione dei distacchi ed il tipo di errore che ha causato il guasto: se di limitata entità si provvede alla demolizione delle sole parti distaccate ed al loro disfacimento, se si tratta di errore grave si provvede alla totale demolizione dell'intonaco di lacuna ed al suo rifacimento.

4. DISTACCHI DELLO STRATO DI FINITURA DAL SUPPORTO DOVUTI AD ERRORI DI APPLICAZIONE O DOVUTI AD ERRORI DI PREPARAZIONE DEL SUPPORTO STESSO.

Si valuta l'estensione dei distacchi ed il tipo di errore che ha causato il guasto: se di limitata entità si provvede alla demolizione delle sole parti distaccate ed al loro disfacimento, se si tratta di errore grave si provvede alla totale demolizione dello strato di finitura, alla adeguata preparazione del supporto ed al rifacimento della finitura stessa

5. PRESENZA DI MACCHIE DI UMIDITA' DOVUTE A RISALITA CAPILLARE, INFILTRAZIONE DALLE COPERTURE, GUASTI Agli IMPINATIN DI ADDUZIONE/SCARICO ACQUE.

Si provvede alla ricerca e alla riparazione del guasto con le tecniche più opportune in relazione al tipo di causa individuata. Si valuta l'opportunità di rifacimento delle aree interessate dal fenomeno. Se ritenuto necessario, si procede alla demolizione delle parti di intonaco di lacuna fino alla muratura che presentano le macchie di umidità, si lascia trascorrere il tempo occorrente alla asciugatura della muratura e si provvede, successivamente, alla reintonacatura delle parti demolite sia per quanto riguarda l'arriccio sia per la finitura.

6. PRESENZA DI EFFLORESCENZE SALINE

Si valuta il tipo di sale, l'estensione dell'efflorescenza e la possibile causa che l'ha provocata: se si tratta di sali non pericolosi e l'efflorescenza è di limitata entità si provvede al lavaggio dei sali con acqua demineralizzata. Se il guasto è consistente e vi sono la possibilità di ulteriori cristallizzazioni, si procede alla demolizione delle parti dell'intero o intonaco fino alla muratura interessata dal guasto ed il loro rifacimento (sia arriccio sia finitura) previo trattamento di trasformazione dei sali (per renderli insolubili).

7. PRESENZA DI MUFFE E ALTRI INFESTANTI BIOLOGICI

Si procede alla asportazione manuale e successiva pulitura con biodeteriogeni.

8. DISAGGREGAZIONE DELLE SUPERFICI A SEGUITO DI TROPPO RAPIDA ASCIUGATURA

Si provvede alla demolizione delle parti disaggregate.

9. DIFFORMITA' CROMATICHE DELL'INTONACO RISPETTO AL CONTROCAMPIONE DI PROGETTO

Si verifica se il lavoro eseguito può essere accettato. In caso negativo si procede alla velatura delle superfici con tinta adatta a consentire il raggiungimento della cromia di progetto oppure, se impossibile, si procede alla demolizione e rifacimento dello strato di intonaco di finitura della lacuna (ed alla successiva lavatura o tamponatura se previsto dal progetto).

10. INADEGUATO TRATTAMENTO DEI BORDI DI ACCOSTO CON GLI INTONACI ESISTENTI (ECESSIVO O SCARSO SOTTOLIVELLO, ACCOSTO NON NETTO)

Si verifica se il lavoro può essere accettato. In caso contrario si procede come segue.

- se scarso sottolivello: rimozione delle parti con scarso sottolivello ed al rifacimento parziale sino a portare i sottolivello sui valori di progetto;

- se eccessivo sottolivello: riporto di malta di stuccatura (previo irruvidimento delle superfici) eventualmente additivata con polimeri e superficialmente trattata come il resto della lacuna

- se i bordi di accosto son netti: si provvede al rifacimento avendo cura di trattare gli stessi in modo che la giunzione risulti netta e spigolosa.

TABELLA A

COMPOSIZIONI INDICATIVE IN VOLUME: MALTE DI COCCIOPESTO E POZZOLANA						
	Arriccio	Arriccio	Arriccio	Arriccio	Arriccio	Finitura
Calce aerea in pasta (grassello)	3		2	1		
Calce aerea in polvere (idrato di calcio)		1				
Calce idraulica naturale		2			1	3
Sabbia vagliata asciutta (granulometria). 0,5/1,5)	4	2			2	
sabbia fine asciutta (granulometria: 0,5/0,8)						1
Cocciopesto	2	4	3			
Pozzolana				3	1	2
Acqua	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)	(3)

COMPOSIZIONI INDICATIVE IN VOLUME: MALTE IN TRE STRATI A BASE DI LEGANTI AEREI E IDRAULICI					
	Rinzaffo	Arriccio	Stabilitura	Finitura liscia	Finitura lucida
Sabbia grossolana asciutta (gran: 2p 1,5/5+1p 0,5/1,2)	6				
sabbia vagliata asciutta (gran: 0,5/1,5)		8			
Sabbia fine asciutta (gran. 0,5/0,8)			2		
Polvere di marmo (100 micron per finiture lisce) (50 micron per finiture lucide)				1	1
Calce idraulica naturale		3	2		
Calce aerea in pasta (grassello)		1	2	1	1
Acqua	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)

NOTA:

Il dosaggio dei leganti in peso si ottiene moltiplicando i dosaggi in volume riportati in tabella per i seguenti pesi specifici apparenti (in mucchio) secondo DIN 18550.

- grassello di calce (con 505 di acqua) : 1,3 kg/l
- calce idrata (in polvere) : 0,5 Kg/l
- calce idraulica naturale : 0,9 kg/l
- calce eminentemente idraulica : 1,3 kg/l
- acqua : 1,0 Kg/l
- sabbia bagnata : 1,3 Kg/l
- sabbia asciutta : 1,5 Kg/l

Si ricordi che 1 litro di acqua equivale a 1 dmc, ed il peso è di 1 Kg; mentre 1 mc equivale a 1000 dmc, ovvero 1000 l, ed il peso è 1 t. Un secchio da muratore contiene 10 l circa, (e 15 kg di sabbia) l'equivalente di 10 dmc, ovvero 0,01 mc, ossia 1 t.

Una comune carriola a riposo contiene invece 40 l di acqua (4 secchi), l'equivalente di 40 dmc, ossia 0,04 mc. Nella pratica del cantiere è consigliabile conoscere le proporzioni espresse in peso, poiché i leganti sono comunemente consegnati in sacchi da 50 o 33 Kg.

Comune di Pavia
**LAVORO DI RESTAURO DEL MONASTERO DI SANTA CLARA EX CASERMA CALCHI COME
 NUOVA SEDE DELLA BIBLIOTECA CIVICA BONETTA**

Individuazione degli interventi di
 conservazione e rifacimento degli intonaci:

**Consolidamento
 d'intonaci (maltine)**

Descrizione

Accurata battitura manuale delle superfici e perimetrazione delle zone di distacco.
 Consolidamento in profondità degli intonaci distaccati con esecuzione di fori in corrispondenza delle zone di distacco, aspirazione di eventuali polveri, lavaggio e umidificazione delle parti da consolidare, iniezione di formulato costituito da maltina adesiva a presa debolmente idraulica, cariche, polimeri acrilici in dispersione, additivi aventi funzione di fluidificare il composto, compreso uso e noleggio dell'impianto di iniezione.

Strumenti e mezzi d'opera

Trapano elettronico, punte, cavi elettrici.
 Compressore 25 l., erogatore aria.
 Pistola per iniezioni, siringhe, cannule per iniezioni, spruzzatore manuale, plastilina, nastri adesivi
 Martello, secchi, setaccio 0,5 mm.
 Indumenti di lavoro:
 - Occhiali
 - Guanti
 - Cuffie antirumore

Materiale	Consumo medio per unità di superficie
Grassello di calce	0,300 Kg/mq
Cocciopesto	0,300 Kg/mq
Primal AC33, Dualene lic 06	0,250 Kg/mq
Carbonato di calcio	0,150 Kg/mq

Descrizione sintetica della procedura esecutiva

PRECEDENZE: Pulitura

FASE 1

Ispezione e preparazione del supporto

FASE 2

Battitura manuale delle superfici e perimetrazione delle zone di distacco

FASE 3

Foratura dell'intonaco, pulitura dei fori, inserimento e sigillatura delle cannule per iniezione

FASE 4

Miscelazione del formulato, umidificazione delle zone oggetto di iniezione ed esecuzione della iniezione stessa

FASE 5

Asportazione delle cannule e sigillatura dei fori

FASE 1 - ISPEZIONE E PREPARAZIONE DEL SUPPORTO

I. L'Assistente del direttore di cantiere e l'Operatore

- esaminano lo stato del supporto
- verificano la presenza di eventuali deterioramenti
- verificano la presenza di elementi contaminati (olio, polveri, sali solubili, materiali disciolti, strati superficiali incompatibili)
- verificano planarità e verticalità delle superfici
- verificano la verticalità degli spigoli
- stimano il grado di ruvidezza del supporto, la capacità di assorbimento, la consistenza
- controllano la presenza di anomalie difetti che potrebbero provocare inattesi degradi dell'intonaco di completamento della lacuna in esecuzione
- controllano la presenza di elementi strutturali, oggetti o elemento che per forma o posizione potrebbe provocare rapido degrado dell'intonaco
- controllano la carenza o la mancanza di elementi e componenti di protezione la cui assenza potrebbe essere causa di rapido degrado dell'intonaco.
- verificano la presenza di fessurazioni, giunti strutturali e sollecitazioni indotte nel supporto dal sistema strutturale
- la stabilità dimensionale del supporto in relazione alle azioni termiche e igrometriche

II. L'Operatore procede, se del caso, alla preparazione del supporto come segue:

- se la muratura è disaggregata provvederà alla sua riagggregazione e consolidamento
- se il supporto presentasse contaminazioni di sali questi dovranno essere rimossi. se le efflorescenze fossero consistenti si dovrà provvedere alla parziale demolizione del supporto fino alla muratura ed alla applicazione di appositi prodotti in grado di contenere o controllare successive cristallizzazioni di sali
- se il supporto è affetto da umidità di risalita per capillarità o infiltrazione da terreno addossato si dovrà provvedere con adeguati interventi di risanamento.
- se il supporto presenta macchie di umidità dovute ad infiltrazioni dalle coperture si provvederà a riparare il guasto e si lasceranno asciugare convenientemente le superfici prima di procedere alle operazioni di consolidamento.
- se vi sono parti di intonaco distaccate o in fase di distacco si provvederà alla loro riparazione o consolidamento in profondità.

FASE 2 - BATTITURA MANUALE E PERIMETRAZIONE DELLE ZONE DI DISTACCO

I. L'Operatore preleva l'attrezzatura occorrente dal magazzino di cantiere

II. L'operatore procede ad una puntuale battitura delle zone oggetto dell'intervento con leggeri e ravvicinati colpi di martello e ne ascolta le risposte acustiche

III. L'operatore procede ad evidenziare le zone in fase di distacco, cioè quelle che alla battitura danno una risposta sonora sorda, perimetrando con un segno a gesso.

FASE 3 - FORATURA, PULITURA DEI FORI, INSERIMENTO DELLE CANNULE

I. L'Operatore, a mezzo di prova preliminare, verifica lo spessore dell'intonaco nelle zone oggetto dell'intervento.

II. Esegue la foratura dell'intonaco utilizzando un trapano elettronico con punte di diametro adeguato (4/6 mm circa) evitando percussioni e vibrazioni eccessive. la quantità di fori per unità di superficie da consolidare, se non meglio specificato dal progetto e da eventuali prove preliminari, è da considerarsi pari a 678 fori per metro quadro. se l'intonaco fosse molto degradato ed il progetto lo prevedesse, la foratura potrà essere eseguita con trapano manuale.

III. A mezzo di pistola soffiatrice collegata a un piccolo compressore, l'operatore provvede alla pulizia del foro, avendo cura di eliminare polveri, residui della foratura o quant'altro possa ostacolare la immissione e la percolazione del prodotto adesivo.

IV. Nel foro viene inserita una cannula di materiale sintetico, successivamente sigillata con plastilina (o altro materiale sigillante) per evitare la fuoriuscita di prodotto. Prima di procedere all'applicazione della plastilina, sull'intonaco verrà applicato un nastro adesivo per evitare che il sigillante possa macchiare l'intonaco di supporto.

FASE 4 - MISCELAZIONE DEL FORMULATO, UMIDIFICAZIONE DEI FORI ED ESECUZIONE DELLE INIEZIONI

I. L'operatore procede alla miscelazione del prodotto secondo le seguenti modalità (i rapporti sono espressi in volume):

- 1 pp di grassello di calce
- 1pp di cocciopesto precedentemente setacciato con setaccio a maglia 0,5 mm
- 1 pp di carbonato di calcio

A tal impasto si aggiunge l'additivo (Primal AC33 o altro simile), in ragione di circa 200 grammi ogni kg di prodotto, fino ad ottenere una consistenza fluida, atta la iniezione con siringa manuale o pistola pneumatica.

II. L'operatore inumidisce il foro (e la zona interna circostante), inserendo acqua alla pulitura attraverso le cannule già posizionate.

III. L'operatore esegue l'iniezione con siringa manuale utilizzando le cannule già posizionate, iniziando l'iniezione dai fori più bassi e controllando quelli superiori per verificare il procedere dell'operazione. L'iniezione viene prolungata fino anche, a mezzo di osservazione, il formulato adesivo fuoriesce da fori attigui. Nel caso in cui il formulato fosse invece penetrato, si procede al consolidamento di un'altra area di distacco.

IV. nel caso di consolidamenti su aree molto vaste o con consistenti distacchi dal supporto, è preferibile l'utilizzo di pompa pneumatica per iniezioni; in tale caso la pressione di esercizio deve essere tenuta molto bassa (max 2atm.)

FASE 5 - ASPORTAZIONE CANNULE E SIGLILLATURE DEI FORI

I. L'operatore procede alla verifica dell'avvenuto indurimento del formulato (il tempo necessario alla presa varia a seconda del volume di prodotto impiegato, della temperatura e dell'umidità relativa).

II. L'operatore procede all'asportazione delle cannule e del sigillante di tenuta.

III. L'operatore procede alla chiusura dei fori con stucco composto di grassello di calce e polveri di marmo avendo cura di lasciare la sigillatura in sottolivello rispetto al filo esterno dell'intonaco.

ELENCO DEI POSSIBILI PROBLEMI E LORO TRATTAMENTO

1. DANNEGGIAMENTO DELL'INTONACO CIRCOSTANTE

Si ripristina lo stato originario.

2. INSUFFICIENTE RIEMPIMENTO DELLA TASCA

Si procede alla esecuzione di fori e di iniezioni supplementari.

3. INSUFFICIENTE INDURIMENTO DEL FORMULATO

Si verifica se la miscelazione del formulato è stata eseguita correttamente. In caso affermativo si attende ancora 24c ore. Trascorso tale termine, e in caso che l'indurimento del materiale non sia avvenuto, si ripete l'applicazione dopo aver provveduto alla asportazione del materiale iniettato.

4. CADUTA DELL'INTONACO PER ECCESSIVA PRESSIONE DI INIEZIONE

Si provvede al ripristino dell'intonaco distaccato con riadesione delle parti cadute/o alla ricostruzione delle parti perdute con malta costituita da leganti e aggregati il più possibile simili a quelli dell'intonaco esistente ed a ridurre la pressione dell'iniezione.

Comune di Pavia LAVORO DI RESTAURO DEL MONASTERO DI SANTA CLARA EX CASERMA CALCHI COME NUOVA SEDE DELLA BIBLIOTECA CIVICA BONETTA			
Individuazione degli interventi di conservazione e rifacimento degli intonaci:			
Consolidamento degli intonaci			

Descrizione
<p>Consolidamento corticale dell'intonaco esistente con applicazione a spruzzo o a pennello di prodotto consolidante (silicato di etile) in soluzione di solventi organici a lenta evaporazione o diluenti specifici, con rapporto di diluizione definito a seguito di prove precedentemente eseguite in cantiere, dato fino a saturazione, compreso uso e noleggio di impianto di spruzzatura, compreso protezione di tutte le superfici non soggette alla applicazione del consolidante.</p> <p>L'applicazione avverrà su tutte le superfici asciutte, preparate a parte, con temperatura ambiente e della superficie compresa tra +5 e +35 °C e con Umidità Relativa non superiore al 70% in assenza di vento, fumi o vapori inquinanti.</p>

Strumenti e mezzi d'opera
<p>APPLICAZIONE A PENNELLO Pennellesse, secchi.</p> <p>APPLICAZIONE A SPRUZZO Contentitore a pressione in acciaio inox, compressore aria 25/50 Litri al minuto Indumenti di lavoro: - Occhiali - Guanti - Maschere con filtro</p>

Materiale	Consumo medio per unità di superficie
Silicato di etile Solventi: Ragia minerale, solvesso 100, diluente Nitro.	0,2 - 1,5 Kg/mq

Descrizione sintetica della procedura esecutiva
<p>PRECEDENZE: Pulitura</p> <p>FASE 1 Ispezione del supporto</p> <p>FASE 2 Prove preliminari alla applicazione del consolidante</p> <p>FASE 3 Protezione e coperture delle superfici da non consolidare</p> <p>FASE 4 Predisposizioni preliminari alla applicazione</p> <p>FASE 5 Applicazione del consolidante</p> <p>SUCCESSIVO: Protezione.</p>

FASE 1 - ISPEZIONE E PREPARAZIONE DEL SUPPORTO

I. L'Assistente del direttore di cantiere e l'Operatore

- esaminano lo stato delle superfici da consolidare
- verificano la presenza di eventuali deterioramenti
- verificano il risultato delle operazioni di pulitura, in particolare la presenza di efflorescenza salina, di biodeteriogeni e depositi humiferi, sporco, croste nere, polveri, particellato, guano, oli e sostanze grasse.
- controllano la presenza di anomalie o difetti che potrebbero provocare inattesi degradi del supporto
- controllano la presenza di elementi strutturali, aggetti o componenti che per forma e posizione potrebbero provocare rapido degrado del supporto.
- controllano la carenza o la mancanza di elmetti e componenti di protezione la cui assenza potrebbe essere causa di rapido degrado dell'intonaco.
- verificano la presenza di fessurazioni, giunti strutturali e sollecitazioni indotte nel supporto dal sistema strutturale
- la stabilità dimensionale del supporto in relazione alle azioni termiche e igrometriche
- se il supporto presentasse contaminazioni di sali questi dovranno essere rimossi. se le efflorescenze fossero consistenti si dovrà provvedere alla parziale demolizione del supporto fino alla muratura ed alla applicazione di appositi prodotti in grado di contenere o controllare successive cristallizzazioni di sali
- se il supporto è affetto da umidità di risalita per capillarità o infiltrazione da terreno addossato si dovrà provvedere con adeguati interventi di risanamento.
- se il supporto presenta macchie di umidità dovute ad infiltrazioni dalle coperture si provvederà a riparare il guasto e si lasceranno asciugare convenientemente le superfici prima di procedere alle operazioni di consolidamento.
- se vi sono parti di intonaco distaccate o in fase di distacco si provvederà alla loro riparazione o consolidamento in profondità.

FASE 2 - PREPARAZIONE DEGLI IMPASTI

I. L'operatore procede all'esecuzione di prova preliminare con il materiale previsto dal progetto già pronto all'uso (concentrazione eventualmente stabilita in precedenza a seguito di prove in laboratorio)

II. Avvenuta la reazione del prodotto si procede ad un esame visivo delle campionature eseguite per verificare il grado di sfarinamento residuo delle superfici, la presenza di zone traslucide, lo scurimento delle superfici con "effetto bagnato", la formazione di patine biancastre.

III. Se la prova preliminare non è soddisfacente:

- nel caso di sfarinamento persistente applicare materiale con 1-3 valori % in più di residuo secco
- nel caso di presenza di zone traslucide, scurimenti, "effetto bagnato" o patine, utilizzare il prodotto più diluito rispetto alla prima prova.

Se anche la seconda prova preliminare non fosse soddisfacente si sospende la applicazione del prodotto in attesa di eventuali modifiche di progetto.

FASE 3 - PROTEZIONE E COPERTURE DELLE SUPERFICI DA NON IMBRATTARE

I. L'Operatore predisporre le opportune protezioni nell'eventuale passaggio pedonale sottostante controllando la possibilità di cadute dei materiali di utilizzo.

II. Predisporre le opportune protezioni su elementi decorativi, infissi, portoni, ecc., ad evitare possibilità di imbrattamento

III. Predisporre le opportune protezioni sulle superfici limitrofe a quelle da consolidare in modo da evitare che queste vengano a contatto con il prodotto consolidante.

FASE 4 - PREDISPOSIZIONI PRELIMINARI ALLA APPLICAZIONE

APPLICAZIONE A PENNELLO

Non si rendono necessarie predisposizioni particolari.

APPLICAZIONE A SPRUZZO

- l'operatore esegue l'attacco del compressore al quadro elettrico del cantiere ed il collegamento del contenitore a pressione al compressore attraverso gli appositi attacchi rapidi
- l'operatore indossa le opportune protezioni
- l'operatore provvede al caricamento del contenitore a pressione con il materiale pronto all'uso
- l'operatore provvede alla messa in pressione del contenitore.

FASE 5 - APPLICAZIONE DEL CONSOLIDANTE

I Gli operatori verificano le condizioni atmosferiche e controllano che la temperatura sia compresa tra +5 e +35 °C con umidità relativa non superiore al 70%

II. APPLICAZIONE A PENNELLO:

a. l'operatore indossa le opportune protezioni

b. l'operatore deve:

- procedere dall'alto verso il basso, per aree omogenee, con uso di personale in numero adeguato all'entità e alla tipologia delle superfici da consolidare
 - distribuire uniformemente ed in abbondanza il prodotto facendolo percolare per gravità avendo cura di non lasciare sormonti e sovrapposizioni
 - non lasciar asciugare il prodotto tra una ripresa e l'altra
 - interrompere le applicazioni solo quando il supporto risulta essere saturo
 - controllare che la quantità di prodotto applicato corrisponda alle indicazioni di progetto
 - in nessun caso il consolidante verrà applicato per fasce orizzontali ma sempre procedendo per fasce verticali
- c. le eventuali eccedenze di prodotto rimaste sulle superfici dopo completamento dell'operazione dovranno essere asportate o fatte penetrare con l'applicazione di solo solvente di diluizione.

III. APPLICAZIONE A SPRUZZO

a. l'operatore provvede alla messa in funzione dell'impianto di spruzzatura

b. l'operatore controlla che l'ugello erogatore produca un getto molto nebulizzato e che l'area coperta sia di dimensioni adeguate

c. l'operatore deve.

- procedere dall'alto verso il basso, per aree omogenee, con uso di personale in numero adeguato all'entità e alla tipologia delle superfici da consolidare
- distribuire uniformemente ed in abbondanza il prodotto facendolo percolare per gravità avendo cura di non lasciare sormonti e sovrapposizioni
- non lasciar asciugare il prodotto tra una ripresa e l'altra
- interrompere le applicazioni solo quando il supporto risulta essere saturo
- controllare che la quantità di prodotto applicato corrisponda alle indicazioni di progetto
- in nessun caso il consolidante verrà applicato per fasce orizzontali ma sempre procedendo per fasce verticali
- le eventuali eccedenze di prodotto rimaste sulle superfici dopo completamento dell'operazione dovranno essere asportate o fatte penetrare con l'applicazione di solo solvente di diluizione.

ELENCO DEI POSSIBILI PROBLEMI E LORO TRATTAMENTO

1. PRESENZA DI MACCHIE DI UMIDITA' DOVUTE A RISALITA CAPILLARE, INFILTRAZIONE DALLE COPERTURE, GUASTI AGLI IMPIANTI DI ADDUZIONE7SCARICO ACQUE

Si provvede alla ricerca ed alla riparazione del guasto con le tecniche più opportune in relazione al tipo di causa individuata. Si lascia trascorrere il tempo occorrente alla asciugatura della superficie provvedendo, se possibile, alla asportazione del consolidante già applicato. Si procede, successivamente, al rifacimento del consolidamento.

2. PRESENZA DI EFFLORESCENZE SALINE

Si valuta il tipo di sale, l'estensione dell'efflorescenza e la possibile causa che l'ha provocata. Si provvede al lavaggio ed alla estrazione dei sali con impacchi di polpa di carta e acqua distillata.

3. PRESENZA DI MUFFE O ALTRI INFESTANTI BIOLOGICI

Si procede all'asportazione manuale degli infestanti e successiva pulitura con biodeteriogeni

4. FORMAZIONE DI PATINE, AERE TRASLUCIDE, DIFFORMITA' CROMATICHE DOVUTE A ECCESSO DI MATERIALE.

Si procede all'asportazione o al far penetrare in profondità le eccedenze di prodotto consolidante utilizzando solvente in diluizione.

5. FORMAZIONE DI PATINE BIANCASTRE DOVUTE AD INATTESE REAZIONI CHIMICHE CON IL SUPPORTO.

Si informano il Progettista e il Direttore dei lavori per valutare la necessità di apportare eventuali modifiche di progetto.

6. DECOESIONE DELLA SUPERFICIE DOVUTA AD INSUFFICIENTE ATTIVITA' CONSOLIDANTE DEL PRODOTTO.

Si informano il Progettista e il Direttore dei lavori per valutare la necessità di apportare eventuali modifiche di progetto.

7. DECOESIONE DELLA SUPERFICIE DOVUTA AD INSUFFICIENTE QUANTITA' DI CONSOLIDANTE APPLICATA O ALLA DISTRIBUZIONE DISOMOGENEA

Si provvede a verificare che la quantità di prodotto applicata per unità di superficie corrisponda alle specifiche di progetto ed eventualmente si procede ad una ulteriore applicazione di consolidante. In caso di distribuzione omogenea si procede alla stesura di consolidante. In caso di distribuzione omogenea si procede alla stesura di consolidante sulle zone ancora decoese, fino a saturazione.

8. INSUFFICIENTE PENETRAZIONE DEL CONSOLIDANTE

Si informano il Progettista e il Direttore dei lavori per valutare la necessità di apportare eventuali modifiche di progetto per quanto riguarda il sistema di applicazione. Si possono eseguire prove applicando il prodotto in più passate ed a diluizione più elevata.

Comune di Pavia LAVORO DI RESTAURO DEL MONASTERO DI SANTA CLARA EX CASERMA CALCHI COME NUOVA SEDE DELLA BIBLIOTECA CIVICA BONETTA			
Individuazione degli interventi di conservazione e rifacimento degli intonaci:			
Velatura finale delle superfici			

Descrizione
<p>Applicazione di finitura con stesura di tinta a "velatura" costituita da prodotto a base di grassello di calce, eventualmente additivato con resine acriliche in dispersione acquosa (Primal AC33), oppure con prodotto a base di silicato di potassio stabilizzato con quantità di stabilizzante entro i limiti della norma DIN 18363.</p> <p>La pigmentazione è ottenuta con cariche non coprenti e coloranti inorganici</p> <p>La stesura della tinteggiatura è eseguita con pennello di setola morbida e lavorata alla francese così da ottenere un effetto decorativo assimilabile a quello tradizionale della tintura a calce.</p> <p>Ogni strato sarà applicato dopo l'essiccazione dello strato precedente e le superfici trattate saranno protette dalla pioggia e dall'umidità fino a loro completa essiccazione.</p> <p>L'applicazione avverrà su superfici asciutte, preparate a parte, con temperatura ambiente compresa tra +5 e +35 °C e con umidità relativa non superiore al 70%, in assenza di vento, fumi o vapori inquinanti.</p> <p>Compreso opere di copertura e protezione delle superfici non soggette ad interventi di pitturazione.</p>

Strumenti e mezzi d'opera
<p>Pennelli, pennellesse, spugne, tessuti, ecc.</p> <p>Materiali di copertura e protezione (carta, polietilene, nastri adesivi, metilcellulosa, ecc.)</p> <p>Indumenti di lavoro:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Occhiali - Guanti

Materiale	Consumo medio per unità di superficie
Tinta a calce (grassello di calce)	
Tinta ai silicati (con quantità di stabilizzante entro i limiti della norma DIN 18363)	0,15 Kg/mq
ADDITIVO: Primal AC33	0,15 kg/mq
PIGMENTI:	
- terre coloranti	
- ossidi di ferro precipitati	

Descrizione sintetica della procedura esecutiva
<p>PRECEDENZE: Applicazione di sottotinta di calce</p> <p>FASE 1 Ispezione e preparazione del supporto e verifiche di adesione del prodotto</p> <p>FASE 2 Protezione e coperture delle superfici da non imbrattare</p> <p>FASE 3 Applicazione della coloritura a velatura</p> <p>FASE 4 Scopertura e pulizie</p> <p>SUCCESSIVO: Eventuale protezione idrorepellente.</p>

FASE 1 - ISPEZIONE E PREPARAZIONE DEL SUPPORTO

I. L'Assistente del direttore di cantiere e l'Operatore

- esaminano lo stato del supporto
- verificano la presenza di eventuali deterioramenti
- verificano la presenza di elementi contaminati (olio, polveri, sali solubili, materiali disciolti, strati superficiali incompatibili)
- verificano planarità e verticalità delle superfici
- verificano la verticalità degli spigoli
- stimano il grado di ruvidezza del supporto, la capacità di assorbimento, la consistenza
- controllano la presenza di anomalie difetti che potrebbero provocare inattesi degradi dell'intonaco di completamento della lacuna in esecuzione
- controllano la presenza di elementi strutturali, oggetti o componenti che per forma o posizione potrebbero provocare rapido degrado dell'intonaco
- controllano la carenza o la mancanza di elmetti e componenti di protezione la cui assenza potrebbe essere causa di rapido degrado dell'intonaco.
- verificano la presenza di fessurazioni, giunti strutturali e sollecitazioni indotte nel supporto dal sistema strutturale
- la stabilità dimensionale del supporto in relazione alle azioni termiche e igrometriche.

II. L'Assistente del direttore di cantiere e l'operatore verificano lo stato di consistenza del supporto dopo l'eventuale consolidamento e/o di stesura della sottotinta. se la verifica dà esito positivo l'Operatore può dare inizio ai lavori di coloritura. se l'esito è negativo si dovrà provvedere alla preparazione del supporto per renderlo idoneo alla coloritura come segue:

- se il supporto fosse costituito da intonaco disaggregato o distaccato provvederà alla sua riaggregazione e consolidamento in profondità o rappezature previa eliminazione delle parti distaccate.
- se necessaria o non ancora eseguita si procederà alla stesura della sottotinta.
- se il supporto si presentasse troppo rugoso o con difformità si provvederà alla applicazione di strato di regolarizzazione.
- se la superficie presentasse residui di polvere dovrà essere lavata con idropulitrice.
- se il supporto presentasse contaminazioni di sali questi dovranno essere rimossi. Se le efflorescenze presenti nel supporto fossero consistenti si dovrà provvedere alla parziale demolizione del supporto stesso ed alla applicazione di appositi prodotti in grado di contenere o controllare successive cristallizzazioni di sali.
- se la muratura fosse affetta da umidità dovute ad infiltrazioni dalle coperture o da fenomeni umidi provocati da guasti agli impianti di adduzione o scarico acque si provvederà a riparare il guasto, si lasceranno asciugare convenientemente le murature e si valuterà l'opportunità di rimuovere l'intonaco nelle zone umide prima di procedere alla applicazione del rivestimento.
- se la muratura fosse affetta da umidità di risalita per capillarità o infiltrazione da terreno addossato si dovrà provvedere con adeguati interventi di risanamento.
- se il supporto presentasse crepe o fessurazioni si provvederà a verificare se si tratta di fessurazioni di tipo strutturale o dovuti a ritiri. In base al tipo, alla conformazione e alla dimensione delle fessurazioni si deciderà la necessità e il tipo di intervento di ripristino.

III. L'assistente del direttore del cantiere e l'operatore, se ritenuto necessario, eseguono campionature per verificare se il prodotto da utilizzare possiede le adeguate caratteristiche di adesione del supporto.

IV. Su fondi già compromessi con precedenti pitturazioni a base polimerica si eviterà di utilizzare prodotti ai silicati ma verranno impiegati unicamente prodotti alla calce adeguatamente additivati con Primal AC33 (diluizione media compresa tra 1 a 4 e 1 a 10 in acqua).

V. La verifica della adesione al supporto è eseguita con il sistema della quadrettatura e successivo strappo dopo l'applicazione di carta adesiva. se il risultato fosse insoddisfacente si provvederà alla esecuzione di ulteriori campionature additivando il prodotto alla calce con limitate dosi crescenti di polimero acrilico e si eseguirà di nuovo la prova di quadrettatura e strappo. verrà utilizzato il prodotto che darà il miglior risultato con il minimo contenuto di polimero, ma sufficiente a consentire l'adesione al supporto.

VI. L'assistente al direttore del cantiere e l'operatore eseguono campionature su cartoni e, successivamente, su limitate e concluse parti di intonaco, per la messa a punto definitiva del tono cromatico e del livello di saturazione della coloritura in rispondenza alle indicazioni di progetto.

FASE 2 - PROTEZIONE DELLE COPERTURE DELLE SUPERFICI DA NON IMBRATTARE

I. L'Operatore predisporre le opportune protezioni nell'eventuale passaggio pedonale sottostante controllando la possibilità di cadute dei materiali di utilizzo.

II. Predisporre le opportune protezioni su elementi decorativi, infissi, portoni, ecc., ad evitare possibilità di imbrattamento

FASE 4 - APPLICAZIONE DELLA COLORITURA A VELATURA

I. Gli operatori indossano le opportune protezioni e indumenti di lavoro.

II. Gli operatori verificano le condizioni atmosferiche e controllano che la temperatura sia compresa tra +5 e +35 °C con umidità relativa non superiore al 70%. Utilizzeranno particolari accorgimenti per superfici esposte al sole, in giornate ventose e asciutte e con temperature elevate.

III. Gli operatori aprono i contenitori verificando che in precedenza fossero sigillati

IV. Gli operatori:

- rimescolano con cura il prodotto
- diluiscono con acqua pulita (o silicato di potassio) il prodotto secondo le indicazioni del produttore e in base alle esigenze della coloritura stessa in ordine alla saturazione di tinta.
- provvedono a eseguire, per il prodotto alla calce, eventuali additivazioni di polimero secondo le istruzioni ricevute dall'assistente al direttore di cantiere ed in relazione alle campionature eseguite (diluizione media compresa tra 1 a 4 e 1 a 10 in acqua).
- controllano su campione asciutto in confronto con il controcampione di progetto la giusta cromia, la corretta saturazione della tinta e la regolarità della stesura.

V. Gli operatori provvedono alla applicazione della coloritura. L'applicazione è eseguita con pennelli di setola morbida o spugne. la stesura del materiale deve essere uniforme, rispettare le indicazioni di progetto per quanto riguarda i consumi per unità di superficie, deve avvenire per pennellate incrociate "alla francese", deve essere eseguita da un numero adeguato di operatori in relazione alla dimensione delle campiture.

VI. Gli operatori applicano una seconda mano, quando la prima sarà perfettamente asciugata, se previsto dal progetto.

VII. Gli operatori provvedono a proteggere le superfici trattate da pioggia e umidità fino a loro completa essiccazione.

NOTA BENE:

Se viene eseguita una campionatura con tinte ai silicati, prima di procedere alla applicazione, si devono controllare nuovamente i valori cromatici della stessa nel caso che il prodotto venga stoccato per un periodo superiore a 10 giorni poiché è possibile che, dopo tal periodo, esso subisca inaspettate variazioni cromatiche.

FASE 5 - SCOPERTURE E PULIZIE

I. Gli operatori provvedono alla eliminazione delle protezioni applicate per evitare imbrattamenti delle superfici non soggette all'intervento di pitturazione.

II. Gli operatori provvedono alla esecuzione di eventuali piccoli ritocchi in corrispondenza delle zone limitrofe all'intervento.

III. Gli operatori provvedono alle pulizie delle attrezzature, dei ponteggi e del cantiere.

ELENCO DEI POSSIBILI PROBLEMI E LORO TRATTAMENTO

1. FORMAZIONE DI CREPE E MICROFESSURAZIONI DOVUTE A RITIRI DELL'INTONACO SOTTOSTANTE

Se le microfessurazioni risultano inaccettabili si deve provvedere al trattamento dell'intonaco sottostante.

2. DISTACCHI DELLA COLORITURA DOVUTI AD ERRORI DI APPLICAZIONE

Si valuta l'estensione dei distacchi ed il tipo di errore che ha causato il guasto: se di limitata entità si provvede all'asportazione delle sole parti distaccate ed alla loro ricoloritura che dovrà essere eseguita su intere campiture omogenee; se si tratta di errore grave si provvede al totale asportazione della tinta applicata ed al rifacimento della coloritura.

3. DISTACCHI DELLA COLORITURA DOVUTI ERRORI DI PREPARAZIONE DEL SUPPORTO

Si valuta l'estensione dei distacchi ed il tipo di errore che ha causato il guasto: se di limitata entità si provvede alla demolizione delle sole parti distaccate ed alla loro ricoloritura che dovrà essere eseguita su intere campiture omogenee, se si tratta di errore grave si provvede alla totale asportazione della tinta applicata, alla corretta preparazione del supporto ed al rifacimento della tinteggiatura.

4. DISTACCHI DELLA COLORITURA DOVUTI A INCOMPATIBILITA' PER PRECEDENTE COMPROMISSIONE DEL SUPPORTO CON PRODOTTI POLIMERICI.

Si provvede alla totale asportazione della tinta applicata. Si provvede alla eliminazione dello strato incompatibile prima di procedere alla tinteggiatura oppure, se il progetto prevede una tinteggiatura ai silicati, si richiede una modifica del progetto, e si utilizza esclusivamente un prodotto alla calce additivata con un'adeguata quantità di additivo polimerico a base acrilica.

5. PRESENZA DI MACCHIE DI UMIDITA' DOVUTE A RISALITA CAPILLARE, INFILTRAZIONE DALLE COPERTURE, GUASTI AGLI IMPIANTI DI ADDUZIONE/SCARICO ACQUE.

Si provvede alla ricerca e alla riparazione del guasto con le tecniche più opportune in relazione al tipo di causa individuata. Si valuta l'opportunità di rifacimento delle aree interessate dal fenomeno. Se ritenuto necessario, si procede alla asportazione delle parti di coloritura che si presentassero inaccettabili, si lascia trascorrere il tempo occorrente alla asciugatura della muratura e si provvede, successivamente, alla ricoloritura delle parti rimosse che dovrà essere eseguita su intere campiture omogenee.

6. PRESENZA DI EFFLORESCENZE SALINE

Si valuta il tipo di sale, l'estensione dell'efflorescenza e la possibile causa che l'ha provocata: se si tratta di sali non pericolosi e l'efflorescenza è di limitata entità si provvede al lavaggio dei sali con acqua demineralizzata. Se il guasto è consistente e vi sono la possibilità di ulteriori cristallizzazioni, si procede alla asportazione delle sole parti di coloritura interessata dal guasto ed al loro rifacimento previo trattamento di trasformazione dei sali (per renderli insolubili).

7. PRESENZA DI MUFFE E ALTRI INFESTANTI BIOLOGICI

Si procede alla asportazione manuale e successiva pulitura con biodeteriogeni. Se le superfici interessate al guasto si presentassero inaccettabili si provvederà alla loro parziale o totale ricoloritura che dovrà essere eseguita su intere campiture omogenee.

Art. 49. PARETI BAGNI IN LAMINATO MASSELLO STRATIFICATO (HPL)

Le pareti divisorie dovranno essere progettate/realizzate con l'obiettivo di eliminare, in vista, ogni dispositivo di assemblaggio (viti, rivetti ecc.) e di ridurre i pezzi in gioco semplificando al massimo il collegamento superiore ed i supporti al fine di facilitare le operazioni di pulizia e di scoraggiare azioni vandaliche.

Le sezioni dei profili portanti e di collegamento dovranno essere progettate/realizzate per sopportare sollecitazioni elevatissime così come serrature e cerniere e dovranno essere forniti con il progetto esecutivo riepilogo delle prove di resistenza.

Caratteristiche degli elementi:

Pareti: in pannelli di laminato massello stratificato (HPL) da mm. 14 di spessore (Autoestingente Classe 1 DI REAZIONE AL FUOCO) bordati e fresati sul perimetro

Elementi di supporto: in estrusi di alluminio anodizzato naturale (15/100) di forma perfettamente cilindrica, diametro mm. 60, con elemento di finitura di base e tappi di finitura superiori stampati in nylon colore grigio.

Internamente dovrà essere alloggiato un dispositivo di regolazione in nylon ed acciaio inossidabile. L'elemento di supporto cilindrico dovrà essere privo di parti sporgenti e di dispositivi di fissaggio in vista, per facilitare le operazioni di pulizia e di igienizzazione.

Collegamento orizzontale superiore: realizzato mediante l'assemblaggio a scatto di due profili a sezione semicircolare. Ne risulta un elemento di collegamento cilindrico in alluminio anodizzato naturale (15/100) dotato di profili di finitura a scatto al fine di rendere inviolabili ed inaccessibili tutti i dispositivi di fissaggio ai pannelli. Finiture terminali in nylon colore grigio, finitura satinata. Il collegamento orizzontale testato per una sollecitazione alla flessione di Kg. 300,00.

Fissaggio a parete: mediante speciali profili ad "U" in alluminio anodizzato naturale (15/100) dotati di finiture terminali antinforturnio, in nylon

Raccordo d'angolo: profilo a quarto di cerchio, in alluminio anodizzato (15/100) colore argento naturale, per raccordarsi con i pannelli..

Porte: in pannello di laminato massello stratificato da mm. 14 di spessore.

Sul lato della serratura la battuta della porta sarà ottenuta con una coppia di profili coestrusi che prevedono una parte rigida ed una parte morbida che svolge anche la funzione di ammortizzatore e di silenziatore.

Sul lato delle cerniere dovrà essere previsto un profilo coestruso ANTINFORTUNIO che per le sue speciali caratteristiche di morbidezza non consenta il verificarsi di incidenti a chi involontariamente infilasse le dita nella fessura verticale presente in fase di chiusura della porta.

Serratura: totalmente in nylon lucido, senza parti metalliche, (caratteristica atta ad assicurare una durata illimitata). Con dispositivo di libero / occupato e sistema di apertura dall'esterno facilmente azionabile in caso di emergenza.

Cerniere per apertura del battente verso l'esterno: in speciale lega di alluminio anodizzato, con finitura in Nylon, dotate di dispositivo a molla (in acciaio inox) programmabile in fase di installazione.

Cerniere per apertura del battente verso l'interno: in speciale lega di alluminio pressofuso ricoperto in nylon 66 lucido, dotate di dispositivo a molla (in acciaio inox) programmabile in fase di installazione.

I due tipi di cerniere dovranno essere predisposte: per fare ruotare la porta in posizione "chiuso" oppure in posizione "aperto". (In alternativa la cerniera potrà non essere programmata svolgendo così la sola tradizionale funzione). Le porte dovranno essere corredate di tre cerniere: per consentire, mediante il numero di cerniere programmate, di ottenere una maggiore o minore spinta nel senso di chiusura o di apertura.

Le porte dovranno essere conformi alle seguenti prove di resistenza secondo le norme:

UNI EN 947:2000 del 31/07/2000 "Porte incernierate o imperniate – Determinazione della resistenza al carico verticale";

UNI EN 948:2000 del 31/07/2000 "Porte incernierate o imperniate – Determinazione della resistenza a torsione statica";

UNI EN 1192:2000 del 31/07/2000 "Porte – Classificazione dei requisiti di resistenza meccanica".

Dimensioni: altezza totale cm. 210, altezza pannellatura dal suolo max cm. 10.

Colori da selezionare in fase di D.L.

Art. 50. ARCHIVI COMPATTABILI

Archivi compattabili - Riferim in pianta A1

L' Archivio Compattabile è costituito da una serie di armadi mobili che scorrendo su rotaie appositamente posizionate sul pavimento consentono l'apertura di un unico corridoio solo dove e quando serve. Questo permette un risparmio di spazio, un notevole aumento di capacità d'archiviazione nonché una praticità di utilizzo.

CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI

Archivio compattabile destinato all'archiviazione di libri realizzato a regola d'arte nel rispetto delle normative di sicurezza vigenti e supportato da apposite certificazioni aziendali che dovranno essere presentati come parte integrante dei documenti di offerta.

Per la tipologia si faccia riferimento agli scaffali fissi mod TECNOROLL de LA TECNICA o similari.

- UNI EN ISO 9001:2000 (azienda produttrice)
- UNI EN ISO 14001:1996 (azienda produttrice)
- UNI EN ISO 3834: 2006 (azienda produttrice)
- Conformità D.lgs 17 del 27/01/2010
- Conformità Testo Unico Sicurezza D.Lgs 81/2008
- Marchio di sicurezza rilasciato da ente esterno
- Marchio GS secondo le norme BGR 234 e RAL-RG 614 (sicurezza prodotto)
- Rispetto dei requisiti RoHS sulla presenza di sostanze pericolose e accordo a Regolamento "Reach" delle polveri epossidiche vernicianti
- Assenza di IPA (idrocarburi policiclici aromatici) nelle polveri epossidiche vernicianti
- Reazione al fuoco delle polveri epossidiche in classe 0
- Rapporti di prova eseguiti da Laboratorio Accreditato secondo UNI CEI EN ISO/IEC 17025 che devono essere presentati in sede di offerta:

UNI 8601:1984 - Flessione dei piani

UNI 8603:2005 – Resistenza dei supporti dei piani

UNI 8606:1984 - Carico totale massimo

UNI 8600:2005 – Flessione con carico concentrato

UNI 8602:2005+EC1:2009 – Apertura e chiusura con urto delle porte

EN 14073-2:2004, par. 3.4 - Requisiti generali di sicurezza

EN 14073-2:2004, par. 5.2 – Resistenza della struttura

EN 14073-3:2004 par. 5.3.1 - Resistenza all'estrazione dei ripiani

EN 14073-3:2004 par. 5.3.2 – Resistenza dei supporti dei piani

EN 14073-3-2004 par. 5.5 - Stabilità elementi autoportanti

EN 14074:2004 par. 6.4.1 - Durata porte scorrevoli

EN 14074:2004 par. 6.4.2 - Apertura e chiusura con urto porte scorrevoli

UNI EN ISO 9227:2012 – Resistenza alla corrosione

UNI 9429:1989 – Resistenza agli sbalzi di temperatura

EN ISO 1520:2006 – Prova di imbutitura

- Tutti gli elementi dovranno avere bordi arrotondati in modo da non causare danni a persone o cose. Non dovranno essere presenti spigoli vivi.
- Nella fornitura saranno compresi il trasporto, il montaggio, lo smaltimento degli imballi, nonché il servizio di assistenza tecnica per un minimo di 5 anni dalla data di consegna.
- Quelli riportati di seguito sono requisiti minimi tassativi ed inderogabili. Non verranno prese in considerazione offerte che presentino caratteristiche inferiori ai minimi richiesti.
- E' previsto un sopralluogo dei locali per la preparazione dell'offerta.
- Al fine di verificarne la corrispondenza con quanto richiesto, in fase di offerta viene richiesta una campionatura. La campionatura per essere significativa e rappresentativa deve rispettare i requisiti minimi richiesti sotto descritti.

Descrizione della campionatura : 1 ripiano per ogni profondità richiesta completa di battuta posteriore removibile, 1 fiancata H minimo 2500 [mm] completa 1 fermo laterale, 1 gancio di sostegno dei ripiani, 1 carrello (base mobile) completo di ruote, albero di trasmissione, 2 rotaie, 1 volantino con sistema di antischacciamento, la catena di trasmissione del moto, il sistema di antiribaltamento, pedana di calpestio in

truciolare ignifugo.

- Le fiancate dovranno essere formate da montanti verticali realizzati in lamiera di acciaio sezione minima 30x35 [mm] circa, spessore minimo 10/10 collegati da almeno 3 traverse in lamiera di acciaio sagomato spessore minimo 10/10. Le traverse saldate ai montanti in modo da resistere alle sollecitazioni dinamiche derivanti dalla movimentazione. Fiancate verniciate a polveri epossidiche come riportato a seguito.
 - Portata minima fiancata 2500 [kg].
 - I montanti dovranno essere forati a passo non superiore a 25 [mm] in modo da rendere possibile e rapido il riposizionamento dei ripiani senza l'ausilio attrezzature.
 - Le fiancate terminali dovranno essere tamponate mediante pannelli in lamiera, le fiancate intermedie dovranno essere a giorno per agevolare il ricircolo d'aria all'interno delle scaffalature.
 - Il fissaggio delle fiancate ai carrelli di base dovrà essere effettuato in modo da garantire la stabilità nel tempo senza necessità di manutenzioni.
 - I ripiani, verniciati a polveri epossidiche come riportato a seguito, dovranno essere realizzati da un unico pannello di lamiera di acciaio del tipo DC01 opportunamente piegata con triplice piegatura davanti e dietro e doppia piegatura sui lati. I ripiani dovranno essere composti da pianetti con profondità superiore a 250 [mm]
 - Ripiano dovrà essere in pannello unico della lunghezza richiesta (970/1170 [mm]) e dovrà essere realizzato in pannello unico facilmente ri-posizionabile in caso di necessità senza dover intervenire su più elementi e risultare stabile anche nel caso in cui venga urtato accidentalmente quando è poco caricato.
 - La portata dei ripiani, con freccia 1/200 lunghezza sarà di = 100 [kg/ml]
 - La profondità ripiani minimo 250/300/350/500 [mm] per gli scaffali monofronte e 250+250/300+300/350+350/500+500 [mm] per gli scaffali bifronte. I ripiani dovranno risultare indipendenti sui due fronti della scaffalature bifronte.
 - Ogni ripiano dovrà essere fissato alle fiancate mediante 4 ganci di sostegno realizzato in lamiera di spessore di 20/10 del tipo da stampaggio e formatura a freddo e zincata.
 - Il gancio dovrà essere conforme alla norma UNI 8603 livello 5 con rapporto di prova rilasciato da ente esterno all'azienda produttrice.
 - Il carrello (base mobile) dovrà essere dotato di ruote in acciaio piene, lavorate a controllo numerico, con cuscinetti a sfera con doppia protezione antipolvere e lubrificati a vita.
 - Il carrello (base mobile), verniciato a polveri epossidiche come riportato a seguito, dovrà essere costituito da un insieme di longheroni, testate e traverse ottenute da lamiera di acciaio dello spessore di almeno 25/10. Il tutto saldato per la massima stabilità longitudinale.
- Non dovranno essere presenti carrelli in cui longheroni e testate vengono imbullonati tra di loro in cantiere.
- Ogni carrello dovrà essere dotato di apposito sistema antiribaltamento.
- Per garantire una movimentazione regolare e parallela dei carrelli ogni carrello sarà dotato di un albero di trasmissione in acciaio del diametro di 25 [mm] che collega un numero di ruote pari al numero dei binari in modo da consentire una movimentazione costante e parallela del carrello.
- L'albero di trasmissione sarà realizzato in tubolare di acciaio del diametro minimo di 25 [mm]. L'albero collega un numero di ruote pari al numero dei binari.
- Sul fianco del carrello saranno montati fermi di gomma che ammortizzano il contatto tra due carrelli successivi evitando il contatto lamiera – lamiera.
 - Lo spostamento degli scaffali dovrà essere realizzato tramite volantino pieno, diametro minimo 350 [mm] che trasmette il moto tramite catena a rulli ampiamente dimensionata (minimo del tipo UNI ISO 08 B-1 1/2" x 5/16") a due perni con corona dentata che scorrono in apposite boccole in nylon auto lubrificante.
 - Il volantino dovrà essere realizzato con le seguenti caratteristiche:
in materiale metallico verniciato a polveri epossidiche come riportato a seguito, con superficie piena, in modo che non ci siano parti aperte che possano generare situazioni di potenziale pericolo – (in conformità al Testo Unico sulla Sicurezza D.Lgs 81/2008). Non sono accettati volantini a razze
con tre punti di presa per permettere, indipendentemente dalla posizione in cui si sia fermato lo scaffale, un utilizzo sicuro ed ergonomico– (in conformità al Testo Unico sulla Sicurezza D.Lgs 81/2008)
I tre punti di presa realizzati in modo da non costituire intralcio per l'operatore e in modo da non costituire intralcio nelle vie di percorrenza e sulle vie di fuga – (in conformità al Testo Unico sulla Sicurezza D.Lgs 81/2008).
 - Rapporto di riduzione cinematica minimo di ogni carrello mobile 1:16.
 - Il sistema di anti-schiacciamento sarà posto sul volantino e prevedere un meccanismo a doppio perno di acciaio che va a bloccarsi su una piastra di riscontro realizzata in acciaio (spessore minimo 30/10).
 - Ogni scaffale mobile e fisso sarà dotato di pannello frontale con portacartellino. Il pannello frontale, verniciato a polveri epossidiche come riportato a seguito, sarà realizzato in modo da ricoprire completamente in altezza

- la fiancata. Realizzato il lamiera dello spessore di 10/10 e fissato alla fiancata mediante ganci in modo da consentire, in caso di necessità, un rapido intervento manutentivo senza necessità di utilizzo di attrezzature
- Le rotaie saranno in acciaio trafilato pieno minimo 25x25 [mm], supportate da apposita piastra in acciaio spessore minimo 30/10 **che permetta un perfetto livellamento in qualsiasi condizione della pavimentazione, anche con dislivelli significativi.**
 - Dovranno essere presenti i fermi corsa fissati alle estremità dei binari, per evitare la fuoriuscita accidentale dei carrelli mobili.
 - Ogni carrello dovrà avere installato un sistema parapolvere anteriore, posteriore e superiore.
 - Fiancate, montanti, tamponature, ripiani, ripiani di base, ripiani cielino, carrello, pannello frontale, e tutti gli altri accessori verniciati a polveri epossidiche dopo tutte le lavorazioni (non sono ammesse lamiere preverniciate e/o lamiere zincate).
 - Specifica di verniciatura: che dovrà prevedere lo sgrassaggio e la fosfatazione ai sali di ferro in apposito tunnel per eliminare l'olio protettivo ed eventuali altre impurità dalla lamiera, e successiva applicazione di uno strato di polvere epossipoliestere polimerizzata in forno a circa 200 [°C].
 - Colore secondo tabella RAL a scelta DL.

Accessori richiesti

- Ripiani dotati di battuta centrale (posteriore removibile) che evita al materiale archiviato sulle scaffalature bifronte di sconfinare da un fronte all'altro.
- In corrispondenza di ogni livello di archiviazione, sulle fiancate intermedie installazione dei fermi laterali che fungono da appoggio del materiale archiviato ma permettono anche l'aerazione interna necessaria per una buona conservazione.
- Scaffali terminali fissi e mobili bifronte di ogni impianto dotati di ante scorrevoli in lamiera di acciaio verniciate a polveri epossidiche, supportate da cuscinetti e complete di maniglie in materiale plastico e serrature di tipo Yale.
- Gli scaffali terminali di ogni impianto dotati di una chiusura centralizzata con blocco dell'impianto a pavimento completa di chiavi di tipo Yale.
- Elementi fissi monofronti dotati di schienali esterni verniciati dopo le lavorazioni meccaniche secondo la specifica a riportata nel presente documento;
- Impianti completi di una pedana di calpestio in truciolare ignifugo classe 1 dello spessore minimo di 22 [mm] ricoperta sul lato superiore da layer antiscivolo ad alta resistenza e sul lato inferiore da bilanciante protettivo.
- Deve essere previsto uno speciale sistema d'aggancio tra i vari pannelli della pedana che consenta un perfetto allineamento senza dislivelli o gradini.
- Oltre che tra i binari, la pedana dovrà essere prevista anche nella parte anteriore tra il primo binario ed il fronte degli scaffali ed anche nella parte posteriore tra l'ultimo binario e la fine degli scaffali in modo che gli operatori possano lavorare in qualsiasi momento su di una superficie livellata senza gradini. In modo da garantire la sicurezza degli operatori stessi.
- La pedana dovrà essere posizionata sul profilo di sostegno delle rotaie in modo da non risultare in contatto con la pavimentazione al fine di garantire una perfetta aerazione della pavimentazione.
- La pedana dovrà essere completata su tutto il perimetro di appositi raccordi inclinati in lamiera spessore minimo 15/10 che fungono da raccordo con il pavimento per la diminuzione dei rischi ai sensi del D.L. 626/94 e successive modifiche e del D. Lgs 81/2008.

SCAFFALATURE COMPATTABILI PER **IMPIANTO 1**:

Gli impianti andranno installati secondo il disegno allegato.

L'impianto dovrà essere formato da:

- **3** scaffali mobili bifronti, dim. L.5700 x P.1000 (500+500) x H. **2400** [mm], ogni campata di ogni fronte dovrà essere dotata di **5** ripiani utili + cielino (cappello), con spazio utile in altezza tra ripiano e ripiano = **395** [mm]
- **5** scaffali mobili bifronti, dim. L.5700 x P.700 (350+350) x H. **2400** [mm], ogni campata di ogni fronte dovrà essere dotata di **5** ripiani utili + cielino (cappello), con spazio utile in altezza tra ripiano e ripiano = **395** [mm]
- **32** scaffali mobili bifronti, dim. L.5700 x P.600 (300+300) x H. **2400** [mm], ogni campata di ogni fronte dovrà essere dotata di **5** ripiani utili + cielino (cappello), con spazio utile in altezza tra ripiano e ripiano = **395** [mm]
- **1** scaffale fisso bifronte, dim. L.5700 x P.600 (300+300) x H. **2400** [mm], ogni campata di ogni fronte dovrà essere dotata di **5** ripiani utili + cielino (cappello), con spazio utile in altezza tra ripiano e ripiano = **395** [mm]

SCAFFALATURE COMPATTABILI PER IMPIANTO 2:

Gli impianti andranno installati secondo il disegno allegato.

L'impianto dovrà essere formato da:

- **12** scaffali mobili bifronti, dim. L.5700 x P.600 (300+300) x H. **2400** [mm], ogni campata di ogni fronte dovrà essere dotata di **6** ripiani utili + cielino (cappello), con spazio utile in altezza tra ripiano e ripiano = **5 vani da 320 [mm] + 1 vano da 345 [mm]**
- **1** scaffali fisso monofronte, dim. L.5700 x P.300 x H. **2400** [mm], ogni campata di ogni fronte dovrà essere dotata di **6** ripiani utili + cielino (cappello), con spazio utile in altezza tra ripiano e ripiano = **5 vani da 320 [mm] + 1 vano da 345 [mm]**
- **4** scaffali mobili bifronti, dim. L.5700 x P.500 (250+250) x H. **2400** [mm], ogni campata di ogni fronte dovrà essere dotata di **8** ripiani utili + cielino (cappello), con spazio utile in altezza tra ripiano e ripiano = **5 vani da 245 [mm] + 3 vani da 220 [mm]**

SCAFFALATURE COMPATTABILI PER IMPIANTO 3:

Gli impianti andranno installati secondo il disegno allegato.

L'impianto dovrà essere formato da:

- **39** scaffali mobili bifronti, dim. L.5700 x P.500 (250+250) x H. **2400** [mm], ogni campata di ogni fronte dovrà essere dotata di **8** ripiani utili + cielino (cappello), con spazio utile in altezza tra ripiano e ripiano = **5 vani da 245 [mm] + 3 vani da 220 [mm]**
- **1** scaffale fisso bifronte, dim. L.5700 x P.500 (250+250) x H. **2400** [mm], ogni campata di ogni fronte dovrà essere dotata di **8** ripiani utili + cielino (cappello), con spazio utile in altezza tra ripiano e ripiano = **5 vani da 245 [mm] + 3 vani da 220 [mm]**

SCAFFALATURE COMPATTABILI PER IMPIANTO 4:

Gli impianti andranno installati secondo il disegno allegato.

L'impianto dovrà essere formato da:

- **42** scaffali mobili bifronti, dim. L.5700 x P.500 (250+250) x H. **2400** [mm], ogni campata di ogni fronte dovrà essere dotata di **8** ripiani utili + cielino (cappello), con spazio utile in altezza tra ripiano e ripiano = **5 vani da 245 [mm] + 3 vani da 220 [mm]**
- **1** scaffale fisso bifronte, dim. L.5700 x P.500 (250+250) x H. **2400** [mm], ogni campata di ogni fronte dovrà essere dotata di **8** ripiani utili + cielino (cappello), con spazio utile in altezza tra ripiano e ripiano = **5 vani da 245 [mm] + 3 vani da 220 [mm]**

Art. 51. SISTEMI DI DIVISIONE FISSI PER AMBIENTI E PER CONSULTAZIONE LIBRI NELLE SALE DI LETTURA

CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI

Scaffalatura fissa da biblioteca realizzata a regola d'arte nel rispetto delle normative di sicurezza vigenti e supportato da apposite certificazioni aziendali che devono essere presentati come parte integrante dei documenti di offerta.

Per la tipologia si faccia riferimento agli scaffali fissi mod TECNOFIX de LA TECNICA o similari.

- UNI EN ISO 9001:2000 (azienda produttrice)
- UNI EN ISO 14001:1996 (azienda produttrice)
- Conformità D.lgs 17 del 27/01/2010
- Conformità Testo Unico Sicurezza D.Lgs 81/2008
- Rispetto dei requisiti RoHS sulla presenza di sostanze pericolose e accordo a Regolamento "Reach" delle polveri epossidiche vernicianti
- Assenza di IPA (idrocarburi policiclici aromatici) nelle polveri epossidiche vernicianti
- Reazione al fuoco delle polveri epossidiche in classe 0
- Rapporti di prova eseguiti da Laboratorio Accreditato secondo UNI CEI EN ISO/IEC 17025 che devono essere presentati in sede di offerta:

UNI 8601:1984 - Flessione dei piani

UNI 8603:2005 – Resistenza dei supporti dei piani

UNI 8606:1984 - Carico totale massimo

UNI 8600:2005 – Flessione con carico concentrato
EN 14073-2:2004, par. 3.4 - Requisiti generali di sicurezza
EN 14073-2:2004, par. 5.2 – Resistenza della struttura
EN 14073-3:2004 par. 5.3.1 - Resistenza all'estrazione dei ripiani
EN 14073-3:2004 par. 5.3.2 – Resistenza dei supporti dei piani
EN 14073-3:2004 par. 5.5 - Stabilità elementi autoportanti
UNI EN ISO 9227:2012 – Resistenza alla corrosione
UNI 9429:1989 – Resistenza agli sbalzi di temperatura
EN ISO 1520:2006 – Prova di imbutitura

- Tutti gli elementi dovranno avere bordi arrotondati in modo da non causare danni a persone o cose. Non dovranno essere presenti spigoli vivi.
- Nella fornitura sono compresi il trasporto, il montaggio, lo smaltimento degli imballi, nonché il servizio di assistenza tecnica per un minimo di 5 anni dalla data di consegna.
- Quelli riportati a seguito sono requisiti minimi tassativi ed inderogabili. Non verranno prese in considerazione offerte che presentino caratteristiche inferiori ai minimi richiesti.
- E' previsto un sopralluogo dei locali per la preparazione dell'offerta.
- Al fine di verificarne la corrispondenza con quanto richiesto, in fase di offerta viene richiesta una campionatura. La campionatura per essere significativa e rappresentativa deve rispettare i requisiti minimi richiesti sotto descritti.
Descrizione della campionatura : 1 ripiano per ogni profondità richiesta completa di battuta posteriore removibile, 1 fiancata H minimo 2100 [mm] completa 1 fermo laterale, 1 gancio di sostegno dei ripiani, 1 ripiano, 1 fiancata H minimo 2600 [mm], 1 gancio di sostegno dei ripiani,
- Le fiancate dovranno essere formate da montanti verticali realizzati in lamiera di acciaio sezione minima 30x35 [mm] circa, spessore minimo 10/10 collegati da almeno 3 traverse il lamiera di acciaio sagomato spessore minimo 10/10. Le traverse saranno saldate ai montanti in modo da resistere alle sollecitazioni dinamiche derivanti dalla movimentazione.
- Altezza fiancate: 1200 [mm] lungo i corridi, 2100 [mm] quando perpendicolari alle pareti di fondo;
- Portata minima fiancata 1500 [kg].
- I montanti saranno forati a passo non superiore a 25 [mm] in modo da rendere possibile e rapido il riposizionamento dei ripiani senza l'ausilio attrezzature.
- Le fiancate terminali saranno tamponate mediante pannelli in lamiera e/o laminato con finitura tinta unita o stampato legno a scelta della D.L.
- I ripiani dovranno essere realizzati da un unico pannello di lamiera di acciaio del tipo DC01 opportunamente piegata con triplice piegatura davanti e dietro e doppia piegatura sui lati. I ripiani dovranno essere composti da pianetti con profondità superiore a 250 [mm]
- Ripiano sarà realizzato in pannello unico della lunghezza richiesta (970/1170 [mm]): il ripiano verrà realizzato in pannello unico che risulta essere facilmente ri-posizionabile in caso di necessità senza dover intervenire su più elementi e stabile anche nel caso in cui venga urtato accidentalmente quando è poco caricato.
- La portata dei ripiani, con freccia 1/200 lunghezza è di = 100 [kg/ml]
- La profondità ripiani minimo 250/300 [mm] per gli scaffali monofronte e 250+250/300+300 [mm] per gli scaffali bifronte. I ripiani dovranno risultare indipendenti sui due fronti della scaffalature bifronte.
- Ogni ripiano dovrà essere fissato alle fiancate mediante 4 ganci di sostegno realizzato il lamiera di spessore di 20/10 del tipo da stampaggio e formatura a freddo e zincata.
- Il gancio dovrà essere conforme alla norma UNI 8603 livello 5 con rapporto di prova rilasciato da ente esterno all'azienda produttrice.
- Ogni scaffale mobile e fisso dovrà essere dotato di pannello frontale con portacartellino.
- Fiancate, montanti, tamponature, ripiani, ripiani di base, ripiani cielino, pannello frontale in lamiera, e tutti gli altri accessori verniciati a polveri epossidiche dopo tutte le lavorazioni (non sono ammesse lamiere preverniciate e/o lamiere zincate).
- Specifica di verniciatura: prevede lo sgrassaggio e la fosfatazione ai sali di ferro in apposito tunnel per eliminare l'olio protettivo ed eventuali altre impurità dalla lamiera, e successiva applicazione di uno strato di polvere epossipoliestere che viene polimerizzata in forno a circa 200 [°C].
- Colore secondo tabella RAL a scelta DL.

Accessori richiesti

- Schienali interni per gli scaffali bifronte realizzati in lamiera verniciata a polveri epossidiche
- Le fiancate intermedie dovranno essere completamente scatolate

- Ogni ripiano sarà dotato di un fermalibro
- Segnaletica per ogni scaffale
- 3 Box per riviste per ogni scaffale
- 3 Ripiani inclinati per scaffale
- 1 Cassetto per ogni scaffale
- Ante a battente dove richiesto

A3 Dimensioni 2700x300xh2100 [mm] circa composti da uno scaffale iniziale, due scaffali aggiuntivi, ciascuno di dimensioni mm 900x300xh2088, con collegamento delle spalle con struttura metallica, profili frontali in laminato con finitura tinta unita o stampato legno a scelta della D.L., n. 6 ripiani + tops, profondità 300 mm, e pannelli di tamponamento laterali tamponate mediante pannelli in laminato con finitura tinta unita o stampato legno a scelta della D.L., profondità mm 308. Montanti laterali in metallo a sezione quadrata mm 30x35, sp. mm 1, verniciati con polveri epossidiche, lungo i montanti una serie di asole ogni mm 2,5 al fine di permettere il posizionamento dei reggi ripiani, dei ripiani e dei supporti laterali onde evitare la caduta dei volumi. Schienali in lamiera

Elementi a giorno

A4 - Dimensioni 1800x300xh2100 [mm] circa composti da uno scaffale iniziale, e uno scaffale aggiuntivo, ciascuno di dimensioni mm 900x300xh2088, con collegamento delle spalle con struttura metallica, profili frontali in laminato con finitura tinta unita o stampato legno a scelta della D.L., n. 6 ripiani + tops, profondità 300 mm, e pannelli di tamponamento laterali tamponate mediante pannelli in laminato con finitura tinta unita o stampato legno a scelta della D.L., profondità mm 308, due cassettiere inferiori. Montanti laterali in metallo a sezione quadrata mm 30x35, sp. mm 1, verniciati con polveri epossidiche, lungo i montanti una serie di asole ogni mm 2,5 al fine di permettere il posizionamento dei reggi ripiani, dei ripiani e dei supporti laterali onde evitare la caduta dei volumi. Schienali in lamiera

Elementi con Ante a battente e cassettiere inferiori

A5 - Dimensioni 3000x300xh1200 [mm] circa composti da uno scaffale iniziale, due scaffali aggiuntivi, ciascuno di dimensioni mm 900x300xh1230, con collegamento delle spalle con struttura metallica, profili frontali in laminato con finitura tinta unita o stampato legno a scelta della D.L., n. 3 ripiani + tops, profondità 300 mm, e pannelli di tamponamento laterali in laminato con finitura tinta unita o stampato legno a scelta della D.L. Montanti laterali in metallo a sezione quadrata mm 30x35, sp. mm 1, verniciati con polveri epossidiche, lungo i montanti una serie di asole ogni mm 2,5 al fine di permettere il posizionamento dei reggipiani, dei ripiani e dei supporti laterali onde evitare la caduta dei volumi, schienali in lamiera.

Elementi a giorno

Art. 52. IMPIANTI TECNICI

Art. 52.1 Generalità

Prima di dare inizio alla messa in opera di qualsiasi tipo di impianto (termico, idrico, elettrico, antincendio ecc.) in modo da rifunzionalizzare edifici esistenti, sarà sempre opportuno procedere ad una attenta analisi del manufatto oggetto di intervento.

Si dovrà valutare di volta in volta e caso per caso quali tipo di soluzioni saranno da adottare per rimettere in uso edifici dismessi, inserire impianti in edifici che mai li hanno posseduti, procedere a parziali o completi rifacimenti degli stessi, procedere a ripristini di impianti fermi da tempo o non più conformi alla vigente normativa.

A tal fine sarà indispensabile dotarsi di un preciso rilievo geometrico e materico dell'edificio sul quale andranno riportati con precisione tutti gli impianti esistenti, la loro collocazione, la loro tipologia, il tipo di distribuzione, di alimentazione ecc.

Sarà altresì opportuno evidenziare sulle tavole tutti quei vani esistenti in grado di contenere ed accogliere gli eventuali nuovi impianti, quali potrebbero essere canne fumarie dismesse, cavei, asole, intercapedini, doppi muri, cunicoli, vespai, scarichi, pozzi ecc.

Su queste basi si potrà procedere alla progettazione dei nuovi impianti che dovranno pertanto essere il più possibile indipendenti dall'edificio esistente evitando inserimenti sotto-traccia, riducendo al minimo interventi di demolizione, rotture, disfacimenti anche parziali.

Si cercherà di optare, dove possibile, per la conservazione degli impianti esistenti, procedendo alla loro messa a norma o al loro potenziamento sfruttando le linee di distribuzione esistenti.

Si potranno realizzare soluzioni "a vista" utilizzando canali, tubi e tubazioni a norma di legge, che potranno eventualmente essere inseriti in canale attrezzate, oggetti di arredo, volumi tecnici realizzati in modo indipendente rispetto all'edificio.

In ogni caso l'Appaltatore dovrà in prima istanza sempre fare riferimento alle indicazioni progettuali, sottoporrà quindi alla D.L. almeno 30 giorni prima dell'esecuzione dell'impianto il progetto esecutivo nell'ottica sopra descritta, concorderà eventualmente con essa soluzioni ed accorgimenti particolari e se del caso con gli organi preposti alla tutela del bene oggetto di intervento.

Art. 52.2 Impianti idrosanitari

SISTEMA DI DISTRIBUZIONE

Si intende per impianto di adduzione dell'acqua l'insieme delle 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.

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.

RETI DI DISTRIBUZIONE

Si dovranno prevedere le seguenti reti:

- a) rete di distribuzione acqua fredda al servizio di:
 - alimentazione dei vari apparecchi;
- b) rete di distribuzione acqua calda per uso igienico;

Le reti di distribuzione dell'acqua devono rispondere alle seguenti caratteristiche:

- le tubazioni devono essere posate a 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, od in genere di materiali che possono divenire pericolosi se bagnati dall'acqua, all'interno di immondezze 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, ecc., 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.

Nella realizzazione dell'impianto si devono inoltre curare 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.

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.

Le tubazioni verticali ed orizzontali dovranno essere sostenute da staffe e nell'attraversamento di pavimenti o pareti dovranno essere protette con idoneo materiale incombustibile per evitare il passaggio del fuoco.

Dopo la posa in opera e prima della chiusura delle tracce o dei rinterri le tubazioni dovranno essere poste sotto carico alla pressione nominale delle valvole di intercettazione, per almeno 12 ore per verificare l'assenza di

perdite; dopo le prime ore dall'inizio della prova non dovrà rilevarsi sul manometro di controllo nessun calo di pressione.

Le tubazioni, prima del montaggio della rubinetteria, dovranno essere lavate internamente per asportare i residui della lavorazione.

Per il dimensionamento delle tubazioni, si dovranno assumere i seguenti valori di portata dell'acqua fredda per le varie utenze:

TIPO DI APPARECCHIO	VELOCITÀ lt/sec.
Vaso igienico	2,50
Lavabo	0,50

Per l'acqua calda ad uso igienico è richiesta una rete di alimentazione ad una temperatura di 60 ° C;

Per l'acqua calda agli utilizzi dovrà essere considerata una portata pari all'80% della corrispondente per l'acqua fredda.

Fissata la portata erogabile dei singoli apparecchi, la portata contemporanea di ogni diramazione che alimenta un gruppo di servizi dovrà ottenersi dalla moltiplicazione, per ogni tipo di apparecchio, della portata erogabile per il numero di apparecchi ed un coefficiente di contemporaneità ricavabile dalla seguente tabella, sommando i risultati ottenuti per ogni tipo di apparecchio.

NUMERO APPARECCHI	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	e)								
TIPO DI APPARECCHIO	f) Percentuale della somma delle portate singole								
Vaso igienico	100	67	50	40	37	37	37	30	30
Lavabo	100	100	75	60	50	50	50	50	50

Determinata la portata di ogni singola diramazione, le portate da assumere per i tratti di colonne e dei collettori principali dovranno essere state calcolate moltiplicando la somma delle portate contemporanee delle varie diramazioni alimentate dal tratto per un coefficiente di contemporaneità ricavabile dalla seguente tabella:

Numero di diramazioni

alimentate dal tratto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Percentuale di contemporaneità	100	90	85	80	75	70	67	64	60	55

Sulla base delle portate contemporanee, il diametro delle varie tubazioni dovrà essere tale che la velocità dell'acqua in esse non superi il valore di 2 m/s e che sia decrescente nelle diramazioni fino ad un minimo di 0,5 mt./sec., restando fissato che le perdite di carico debbano assumere valori tali da garantire, a monte del rubinetto più distante, una pressione non inferiore a 1,5 mt.

Per la distribuzione dell'acqua calda saranno realizzate due reti indipendenti come precedentemente specificato.

La miscelazione avverrà tramite miscelatori termostatici.

Le reti di distribuzione dell'acqua calda saranno realizzate a circolazione continua in modo che l'acqua raggiunga qualunque punto di erogazione alla temperatura di regime in un tempo massimo di 15 sec.

Le tubazioni in acciaio zincato poste sottotraccia dovranno essere protette, oltre alla coibentazione, con due mani di vernice antiruggine, e dovranno essere dotate di barriera anticondensa.

Per la realizzazione delle diverse parti funzionali si utilizzano i materiali indicati nei documenti progettuali. Qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto od a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti e quelle già fornite per i componenti; vale, inoltre, quale prescrizione ulteriore a cui fare riferimento, la norma UNI 9182.

a) Le fonti di alimentazione dell'acqua potabile saranno costituite da:

1) acquedotti pubblici gestiti o controllati dalla pubblica autorità;

Gli accumuli devono essere preventivamente autorizzati dall'autorità competente e comunque possedere le seguenti caratteristiche:

- 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;
- essere sottoposti a disinfezione prima della messa in esercizio (e periodicamente puliti e disinfettati).

Impianto di scarico acque nere

Si intende per impianto di scarico delle acque usate l'insieme delle condotte, apparecchi, ecc. 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. Il modo di recapito delle acque usate sarà comunque conforme alle prescrizioni delle competenti autorità.

L'impianto di cui sopra si intende funzionalmente suddiviso come segue:

- parte destinata al convogliamento delle acque (racordi, diramazioni, colonne, collettori);
- parte destinata alla ventilazione primaria;
- parte destinata alla ventilazione secondaria;
- raccolta e sollevamento sotto quota;

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 seguenti.

Vale inoltre quale precisazione ulteriore a cui fare riferimento la norma UNI 9183.

1) I tubi utilizzabili 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;
- Tubi di polietilene ad alta densità (PEHD) per condotte interrate: UNI 7613;
- Tubi di polipropilene (PP): UNI EN 1451-1;
- Tubi di polietilene ad alta densità (PEHD) per condotte all'interno dei fabbricati: UNI 8451.

2) Per gli altri componenti vale quanto segue:

- per gli scarichi ed i sifoni di apparecchi sanitari vedere articolo sui componenti dell'impianto di adduzione dell'acqua;
- in generale i materiali di cui sono costituiti i componenti del sistema di scarico devono rispondere alle seguenti caratteristiche:
 - a) minima scabrezza, al fine di opporre la minima resistenza al movimento dell'acqua;
 - b) impermeabilità all'acqua ed ai gas per impedire i fenomeni di trasudamento e di fuoriuscita odori;
 - c) resistenza all'azione aggressiva esercitata dalle sostanze contenute nelle acque di scarico, con particolare riferimento a quelle dei detersivi e delle altre sostanze chimiche usate per lavaggi;
 - d) resistenza all'azione termica delle acque aventi temperature sino a 90 °C circa;
 - e) opacità alla luce per evitare i fenomeni chimici e batteriologici favoriti dalle radiazioni luminose;
 - f) resistenza alle radiazioni UV, per i componenti esposti alla luce solare;
 - g) esistenza agli urti accidentali;
- in generale i prodotti ed i componenti devono inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche:
 - h) conformazione senza sporgenze all'interno per evitare il deposito di sostanze contenute o trasportate dalle acque;
 - i) stabilità di forma in senso sia longitudinale sia trasversale;
 - l) sezioni di accoppiamento con facce trasversali perpendicolari all'asse longitudinale;
 - m) minima emissione di rumore nelle condizioni di uso;
 - n) 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.

Inoltre:

- 1) Nel suo insieme l'impianto deve essere installato 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.
- 2) 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 fuoriuscite possono provocare inquinamenti. Quando ciò è inevitabile devono essere previste adeguate protezioni che convogliano i liquidi in un punto di raccolta. Quanto applicabile vale il DM 12 dicembre 1985 per le tubazioni interrate.

- 3) 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.
- 4) 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.
- 5) Gli attacchi dei raccordi di ventilazione secondaria devono essere realizzati come indicato nella norma UNI 9183. 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.
- 6) 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.
- 7) 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.
La loro posizione deve essere:
- 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.
- 8) 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; ed inoltre 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.
- 9) 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.
- 10) Gli scarichi a pavimento all'interno degli ambienti devono sempre essere sifonati con possibilità di un secondo attacco.

Condutture di scarico e di ventilazione

Le tubazioni di scarico degli apparecchi igienico-sanitari saranno collegate con colonne di scarico che dovranno essere disposte perfettamente in verticale; dove siano presenti delle riseghe nei muri i raccordi verranno eseguiti con pezzi speciali e, in corrispondenza di ogni piano, dovranno essere provviste di un tappo di ispezione.

La rete delle tubazioni comprende:

- a) le diramazioni ed i collegamenti orizzontali;
- b) le colonne di scarico (raccolta verticale);
- c) i collettori di scarico (rete esterna).

Le diramazioni di scarico avranno pendenze non inferiori all'1,5% ed angoli di raccordo di 45°; tutti i collegamenti, giunti e saldature dovranno essere a perfetta tenuta idraulica.

Tutte le scatole sifonate saranno poste in opera in piano perfetto con il pavimento e raccordate senza difetti di alcun genere.

Ogni colonna dovrà avere il diametro costante e sarà dotata, alla base, di sifone con tappo di ispezione alloggiato in pozzetto asciutto. Tale pozzetto sarà collegato, con tubi in PVC rigido, ai pozzetti sifonati posti ai piedi delle altre colonne di scarico ed ai pozzetti di linea necessari al collegamento con la rete fognante.

Le tubazioni di collegamento dei vari pozzetti dovranno avere un diametro minimo di 110 mm. e pendenza non inferiore al 2%, l'allaccio in fogna dovrà essere a perfetta tenuta idraulica. Le dimensioni dei pozzetti dovranno essere da un minimo di 40 x 40 ad un massimo di 60 x 60 secondo le varie profondità.

Le tubazioni di scarico dei servizi igienici, le derivazioni delle colonne di scarico e le colonne di scarico saranno realizzate in tubazioni di polipropilene autoestinguente per temperature di acque di scarico fino a 120 ° C, con giunzioni a saldare dotate, lungo il loro percorso verticale, di manicotto d'innesto per le diramazioni.

Il collegamento alla colonna di scarico sarà tramite sifone per ogni sanitario.

In linea di massima i diametri delle tubazioni di scarico dei singoli apparecchi saranno i seguenti:

APPARECCHI	DIAMETRI
Lavabo	40 mm.
Vaso	110 mm.

Le colonne di scarico avranno un diametro di 110 mm; dalle colonne della ventilazione primaria partiranno le derivazioni per la realizzazione della rete di ventilazione secondaria a tutti gli apparecchi igienici e predisposizioni di scarico.

Le tubazioni per la ventilazione primaria e secondaria saranno realizzate in PVC di tipo leggero.

Tutte le tubazioni verticali dovranno essere sostenute da staffe a collare in ferro zincato.

Le tubazioni nell'attraversamento dei muri, pavimenti e pareti di divisione dovranno essere protette con idoneo materiale incombustibile per evitare il passaggio di fiamme o fumo.

Apparecchi igienici

Gli apparecchi sanitari saranno posti in opera nei modi indicati dal direttore dei lavori e le eventuali diversità dai disegni di progetto non costituiranno alcuna ragione per la richiesta di compensi speciali.

Gli apparecchi a pavimento verranno fissati con viti di acciaio su tasselli, non di legno, predisposti a pavimento; salvo disposizioni particolari, è vietato il fissaggio di tali elementi con malte od altri impasti.

Caratteristiche di allaccio di apparecchi igienici

Tutti gli allacci degli apparecchi igienici dovranno essere predisposti a valle delle valvole di intercettazione situate nel locale di appartenenza degli apparecchi stessi e dovranno comprendere:

- a) le valvole di intercettazione;
- b) le tubazioni in acciaio zincato FM oppure in polipropilene per distribuzione acqua calda e fredda;
- c) il rivestimento delle tubazioni acqua calda con guaina isolante in materiale sintetico espanso autoestinguente;
- d) spessore dell'isolante conforme alla normativa vigente;
- e) tubazioni di scarico in polietilene ad alta densità fino alla colonna principale di scarico.

Apparecchi in materiale ceramico

Gli apparecchi igienici in materiale ceramico saranno conformi alla normativa vigente ed alle specifiche prescrizioni relative; in particolare avranno una perdita di massa dello smalto all'abrasione non superiore a 0,25g, un assorbimento d'acqua non superiore allo 0,5% (per la porcellana dura) ed una resistenza a flessione non inferiore a 83 N/mm² (8,5 kg_f/mm²).

Le dimensioni, le modalità di eventuali prove e la verifica della rispondenza alle caratteristiche fissate saranno eseguite nel rispetto delle norme citate.

Le scelte sui sanitari sono state fatte per permettere l'utilizzo dei bagni anche a persone diversamente abili.

LAVABO

Rettangolare in ceramica con fronte cavo di dimensioni circa 700 x 570 x 180mm completo di:

- a) Appoggiagomiti e paraspruzzi;
- b) Miscelatore meccanico con maniglia presa facilitata con bocchello espandibile;
- c) Sifone in polipropilene con scarico flessibile;
- d) Con mensola fissa.

VASO IGENICO IN CERAMICA

- a) Sifone incorporato;
- b) Catino allungato;
- c) Sedile rimovibile in plastica antiscivolo;
- d) Apertura anteriore;
- e) Completo di cassetta
- f) Batteria e comando di scarico di tipo agevolato.

Il tubo di collegamento dalla cassetta al vaso sarà in polietilene HD oppure in PVC pesante.

Art. 52.3 Impianti per acqua calda sanitaria

L'impianto di produzione di acqua calda sanitaria è costituito da uno scaldacqua elettrico, coibentato internamente, garantito 5 anni, finitura esterna smaltata, munito di resistenza elettrica, valvola di sicurezza, termostato bimetallico graduabile da 10lt

TUBAZIONI PER IMPIANTI IDRICI-RISCALDAMENTO

Le tubazioni per impianti idrici e di riscaldamento saranno conformi alle specifiche della normativa vigente in materia ed avranno le caratteristiche indicate dettagliatamente nelle descrizioni delle opere relative; i materiali utilizzati per tali tubazioni saranno, comunque, dei tipi seguenti:

- a) tubazioni in polietilene ad alta densità (PEHD PN 16) UNI 7611 tipo 312
- b) tubazioni in multistrato.

TUBAZIONI PER IMPIANTI IDRICI

Le tubazioni per impianti idrici saranno conformi alle specifiche della normativa vigente in materia ed avranno le caratteristiche indicate dettagliatamente nelle descrizioni riportate in questo articolo; i materiali utilizzati per tali tubazioni saranno, comunque, dei tipi seguenti:

- Tubi in acciaio saldati;
- Tubazioni in polietilene ad alta densità (PEHD PN 16) UNI 7611 tipo 312;
- Tubazioni in polipropilene;
- Tubazioni in multistrato pre-isolato.

GIUNTO A FLANGIA

Sarà formato da due flange, poste all'estremità dei tubi, e fissate con bulloni e guarnizioni interne ad anello posizionate in coincidenza del diametro dei tubi e del diametro tangente ai fori delle flange. Gli eventuali spessori aggiuntivi dovranno essere in ghisa.

GIUNTO ELASTICO CON GUARNIZIONE IN GOMMA

Usato per condotte d'acqua ed ottenuto per compressione di una guarnizione di gomma posta all'interno del bicchiere nell'apposita sede.

TUBAZIONI IN PVC

Le tubazioni in cloruro di polivinile saranno usate negli scarichi per liquidi con temperature non superiori ai 70 °C. I giunti saranno del tipo a bicchiere incollato, saldato, a manicotto, a vite ed a flangia.

TUBI IN POLIETILENE

Saranno realizzati mediante polimerizzazione dell'etilene e dovranno essere conformi alla normativa vigente ed alle specifiche relative (PEad PN 16) UNI 7611 tipo 312 per i tubi ad alta densità.

Avranno, inoltre, una resistenza a trazione non inferiore a 9,8/14,7 N/mm² (100/150 kg/cm²), secondo il tipo (bassa o alta densità), resistenza alla temperatura da -50 °C a +60 °C e saranno totalmente atossici.

TUBI IN ACCIAIO

I tubi dovranno essere in acciaio non legato e corrispondere alle norme UNI ed alle prescrizioni vigenti, essere a sezione circolare, avere profili diritti entro le tolleranze previste e privi di difetti superficiali sia interni che esterni.

La classificazione dei tubi senza saldatura sarà la seguente:

- 1) tubi senza prescrizioni di qualità (Fe 33);
- 2) tubi di classe normale (Fe 35-1/ 45-1/ 55-1/ 52-1);
- 3) tubi di classe superiore (Fe 35-2/ 45-2/ 55-2/ 52-2).

I rivestimenti protettivi dei tubi saranno dei tipi qui indicati:

- a) zincatura (da effettuare secondo le prescrizioni vigenti);
 - b) rivestimento esterno con guaine bituminose e feltro o tessuto di vetro;
 - c) rivestimento costituito da resine epossidiche od a base di polietilene;
 - d) rivestimenti speciali eseguiti secondo le prescrizioni del capitolato speciale o del direttore dei lavori.
- Tutti i rivestimenti dovranno essere omogenei, aderenti ed impermeabili.

GIUNTI SALDATI (per tubazioni in acciaio)

Dovranno essere eseguiti con cordoni di saldatura di spessore non inferiore a quello del tubo, con forma convessa, sezioni uniformi e saranno esenti da porosità od imperfezioni di sorta. Gli elettrodi da usare saranno del tipo rivestito e con caratteristiche analoghe al metallo di base.

GIUNTI A FLANGIA (per tubazioni in acciaio)

Saranno eseguiti con flange unificate secondo la normativa vigente e con guarnizioni interposte.

GIUNTI A VITE E MANICOTTO (per tubazioni in acciaio)

Dovranno essere impiegati solo nelle diramazioni di piccolo diametro; le filettature ed i manicotti dovranno essere conformi alle norme citate; la filettatura dovrà coprire un tratto di tubo pari al diametro esterno ed essere senza sbavature.

GIUNTI ISOLANTI (per tubazioni in acciaio)

Saranno del tipo a manicotto od a flangia ed avranno speciali guarnizioni in resine o materiale isolante; verranno impiegati per le colonne montanti delle tubazioni idriche e posti in luoghi ispezionabili oppure, se interrati, rivestiti ed isolati completamente dall'ambiente esterno.

La protezione dalla corrosione dovrà essere effettuata nella piena osservanza delle norme vigenti; la protezione catodica verrà realizzata con anodi reattivi (in leghe di magnesio) interrati lungo il tracciato delle tubazioni ad una profondità di 1.5 mt. e collegati da cavo in rame.

In caso di flussi di liquidi aggressivi all'interno delle tubazioni, dovranno essere applicate delle protezioni aggiuntive con rivestimenti isolanti (resine, etc) posti all'interno dei tubi stessi.

TUBI PER CONDOTTE

Dovranno corrispondere alle prescrizioni indicate con precise distinzioni fra gli acciai da impiegare per i tubi saldati (Fe 32 ed Fe 42) e quelli da impiegare per i tubi senza saldatura (Fe 52).

Le tolleranze saranno del +/- 1,5% sul diametro esterno (con un minimo di 1mm.), di 12,5% sullo spessore e del +/- 10% sul peso del singolo tubo.

VALVOLE

Le valvole a saracinesca frangiate per condotte d'acqua devono essere conformi alla norma UNI 7125 e suo FA 109-82; le valvole disconnettrici a tre vie contro il ritorno di flusso e zone di pressione ridotta devono essere conformi alla norma UNI 9157.

Art. 52.4 Impianti di riscaldamento

REGOLAZIONE CLIMATICA AMBIENTI

In tutte le zone lettura sono installati ventilconvettori, nell'auditorium (ex chiesa) pannelli radianti a pavimento, nel bagno e in un locale tecnico dei radiatori.

La regolazione in queste zone dovrà avvenire tramite termostato ambiente di tipo digitale, con programmazione settimanale su almeno 3 livelli di temperatura, agente su valvola di zona posizionata sul collettore di distribuzione.

CARATTERISTICHE IMPIANTO

Le reti di distribuzione saranno eseguite, salvo altre prescrizioni, in tubi di acciaio zincato opportunamente coibentati e, nel caso di tratti sottotraccia, protetti; verranno disposti rubinetti di intercettazione a monte ed a valle di ogni apparecchiatura ed in corrispondenza dei punti di rete necessari per le operazioni di ispezione e manutenzione, negli stacchi la tubazione sarà in polipropilene e in polietilene.

I corpi scaldanti saranno del tipo a pannelli radianti, radiatori e ventilconvettori, ed avranno le caratteristiche espressamente riportate dal progetto di impianto termico.

Prima della chiusura di tracce e cavedi saranno eseguite prove idrauliche di rete ad una pressione superiore di 1,5 volte i valori normali di esercizio per la durata di almeno 8 ore consecutive.

Saranno eseguite, sempre prima del collaudo definitivo, prove di dilatazione, di circolazione e di tenuta da effettuarsi ad impianto ultimato con lo scopo di verificare tutte le parti in condizioni di esercizio parziali.

L'impianto sarà di tipo convenzionale con circolazione forzata di acqua a temperatura compensata con quella dell'aria esterna.

Le colonne montanti, si dipartiranno dalla rete orizzontale che si con distribuzione a pavimento con collettori.

La compensazione delle temperature dell'acqua di mandata in funzione di quella dell'aria esterna, avverrà mediante una valvola miscelatrice a tre vie motorizzata.

Rete di distribuzione

La distribuzione del fluido verrà affidata a collettori in tubo di acciaio coibentato di opportuno diametro, completi di manometro, termometro e rubinetto di scarico atti a sezionare l'impianto in oggetto in più zone.

Dai collettori saranno ripartiti, quindi, più circuiti nei vari diametri occorrenti per i diversi tronchi; tutte le condutture dovranno avere nei percorsi orizzontali, passaggi in traccia o sotto nello strato sotto pavimento (secondo le indicazioni del progetto termico o del direttore dei lavori).

Le condutture si staccheranno dalle colonne montanti verticali e dovranno essere complete di pezzi speciali, giunzioni, derivazioni, materiali di tenuta, staffe e collari di sostegno.

CORPI SCALDANTI

Ventilconvettori

Un impianto di condizionamento con ventilconvettori ad acqua consente di avere temperature ottimali di diffusione dell'aria, di raggiungere rapidamente la temperatura desiderata in ogni ambiente con la possibilità di regolarla a seconda delle proprie esigenze, di ridurre al minimo i rischi di rilascio di gas sintetici refrigeranti, confinati nel refrigeratore esterno. Molte versioni consentono un'installazione ad incasso, in modo da integrare il prodotto in ogni ambiente.

Componenti principali:

-*Mobile di copertura*: è composto da robuste spalle laterali in materiale sintetico antiurto (ABS) e da una sezione frontale in lamiera d'acciaio zincata a caldo e pre-verniciata. La griglia di mandata dell'aria, in materiale sintetico, è di tipo reversibile ad alette fisse ed è posizionata sulla parte superiore.

-*Struttura interna portante*: in lamiera zincata composta da due spalle laterali e da una parete posteriore isolate con materassino in polietilene a cellule chiuse classe M1.

-*Filtro*: rigenerabile in polipropilene a nido d'ape. Il telaio, in lamiera zincata, è inserito in guide fissate sulla struttura interna che permettono una facile estrazione. Una copertura frontale del filtro, in materiale plastico.

-*Gruppo ventilante*: costituito da ventilatori centrifughi a doppia aspirazione, particolarmente silenziosi, con giranti in alluminio o materiale plastico bilanciate staticamente e dinamicamente, direttamente calettate sull'albero motore.

-*Motore elettrico*: di tipo monofase, a sei velocità di cui tre collegate, montato su supporti elastici antivibranti e con condensatore permanentemente inserito, protezione termica interna a riarmo automatico, grado di protezione IP 20 e classe B.

-*Batteria di scambio termico*: è costruita con tubi di rame ed alette in alluminio fissate ai tubi con procedimento di mandrinatura meccanica. La batteria principale e l'eventuale batteria addizionale sono dotate di due attacchi Ø 1/2" gas femmina. I collettori sono corredati di sfoghi d'aria e di scarichi d'acqua Ø 1/8" gas. Lo scambiatore non è adatto ad essere utilizzato in atmosfere corrosive o in tutti quegli ambienti in cui si possano generare corrosioni nei confronti dell'alluminio.

-*Le batterie sono di tipo reversibile*: il lato degli attacchi può perciò essere invertito in fase di montaggio in cantiere.

-*Bacinella raccolta condensa*: in materiale plastico, realizzata a forma di **L** e fissata alla struttura interna; la bacinella è isolata con materassino in polietilene a cellule chiuse classe M1. Il tubo di scarico condensa è Ø 15 esterno.

Radiatori

I corpi scaldanti nel bagno e nel locale tecnico sono costituiti da elementi componibili in ghisa e in acciaio, nella forma, dimensione e posizionamento specificati dal progetto termico.

I radiatori in ghisa ad elementi componibili pre-assemblati in fabbrica, pre-verniciati con antiruggine e vernice RAL 9010, in opera completi di valvola di intercettazione e detentore, valvola sfogo aria, mensole e collegamento alle tubazioni di andata e ritorno, comandi elettrotermici e valvole termostatiche.

Il termo arredo in acciaio completo di valvola termostatica, detentore e comando elettrotermico e valvola di sfiato.

Pannelli radianti

Dati tecnici:

- *Pannello*

Pannello in polistirolo espando (EPS) prodotto in conformità alla normativa UNI 13163, stampato in idrorepellenza a celle chiuse, di elevata resistenza meccanica, rivestito superficialmente con film plastico per protezione all'umidità per maggiore resistenza alla deformazione da calpestio. Conducibilità termica 0,033 W/(mK), spessore isolante 30mm, spessore totale 55mm, resistenza termica secondo EN 1264 0,66 (mq K)/W. Dotato di incastri sui quattro lati per un ottimale accoppiamento, superficie superiore sagomata con rialzi di 27mm per alloggiamento dei tubi in polietilene reticolato 417mm ad interassi multipli di 5cm.

- *Tubazioni*

Tubo in polietilene ad alta densità reticolato nella sua massa per via elettrofisica, con batteria antiossigeno, prodotto in conformità alle normative DIN EN 15875 e DIN 4726, garanzia di reticolazione omogenea e permanentemente stabilite senza rischio di discontinuità per il mantenimento delle caratteristiche nel tempo. Diametro 17mm, spessore 2mm.

- *Cornice perimetrale*

Con funzione di assorbimento delle dilatazioni del pavimento ed isolamento termico delle parti. Realizzata in polietilene espanso a struttura cellulare al 100% chiusa, dotata di banda adesiva su un lato e di foglio in polietilene accoppiato per evitare infiltrazioni di malta tra cornice e pannello. Spessore 5 mm, altezza 150mm. Confezione rotoli 50m.

- *Collettore*

Collettori in ottone per la distribuzione dei tubi nei locali, provvisti di misuratori di portata e di temperatura autopulenti per singolo circuito, raccordi iniziali con pozzetti e termometri andata ritorno [0-60°C]; completi di valvole di intercettazione (predisposte per la testina elettrotermica), detentori micrometrici con individuazione dei locali, gruppi di sfiato e scarico impianto a sfera con programma e tappi, staffe disassate con grammi antivibranti per inserimento in armadietto o fissaggio a muro, raccordi per il tubo in polietilene 17-13 o 14-10. Con gruppo di regolazione in cassetta.

- *Additivo termofluidificante*

Additivo termofluidificante per Cls. riduttore d'acqua, conferisce maggiore lavorabilità e compattezza all'impasto del massetto migliorandone le caratteristiche meccaniche e la conducibilità termica. Prodotto in conformità alle norme UNI EN 934-2/2002.

Dosaggio 3 lt/mc. Confezione 10lt.

PRESCRIZIONI SECONDO UNI-EN 1264:2001 (Estratto)

• PER L'INSTALLATORE TERMOIDRAULICO:

- Posa del pannello: durante la posa del pannello e nei due giorni successivi, la temperatura dello stesso e la temperatura ambiente non devono scendere al di sotto di 5°C;

- prova di tenuta: prima del getto del massetto, i circuiti di riscaldamento devono essere sottoposti al controllo di tenuta mediante una prova di pressione ad acqua. La pressione di collaudo deve essere 2 volte la pressione di esercizio e comunque di almeno 6 bar. Quando sussiste il pericolo di gelo è necessario provvedere all'utilizzo di prodotti antigelo o al condizionamento dell'edificio;

- avviamento iniziale dell'impianto: quest'operazione dev'essere eseguita almeno 21 giorni dopo il getto del massetto cementizio o in conformità alle istruzioni del fornitore e comunque dopo almeno 7 giorni nel caso di massetti anidridici. Durante i primi 3 giorni utilizzare una temperatura di mandata compresa tra i 20 e i 25°C, successivamente impostare la massima temperatura di progetto per ulteriori 4 giorni.

Nota:

Per quanto riguarda il caricamento dell'impianto fare riferimento alle istruzioni a corredo del prodotto.

PRESCRIZIONI SECONDO UNI-EN 1264:2001 (Estratto)

• PER IMPRESA EDILE:

- Soletta d'appoggio: eventuali tubi o condotti devono essere fissati o incassati per fornire una base livellata sulla quale viene aggiunto isolante termico e/o acustico prima della posa dei tubi di riscaldamento;

- striscia perimetrale: prima della posa del pannello dev'essere applicata una striscia di dilatazione perimetrale lungo tutti i muri e gli altri componenti edilizi che penetrano nello strato di supporto; tale striscia perimetrale

dev'essere saldamente fissata tramite l'apposita banda adesiva alla base della muratura, dei telai delle porte, dei piloni e dei montanti;

- caratteristiche dei massetti con additivi per calcestruzzo(*): l'impasto per la realizzazione dell'agglomerato cementizio deve essere realizzato mescolando sabbia, ghiaia, cemento e fluidificante (K100 per spessori compresi tra 3 e 4 cm, K70 per spessori superiori a 4 cm) aggiungendo acqua fino a raggiungere la corretta omogeneità e fluidità.

Indicazioni sulle proporzioni:

- sabbia di frantoio lavata in curva granulometrica 0-8 mm (si sconsiglia l'utilizzo di sabbia fine da intonaco)

- 300 kg di cemento portland 325 ogni m³ di impasto.

- 1 litro di liquido fluidificante (K100, K70) ogni 100 kg di cemento.

- giunti di dilatazione: i giunti di dilatazione attraversano l'intero spessore della soletta con funzione di compensare le variazioni dimensionali dovute alle variazioni di temperatura. In corrispondenza dell'attraversamento i tubi devono essere protetti con guaina o manicotto comprimibile per almeno 30cm per lato. Va realizzato con superfici superiori a 150 m² con lato superiore a 15 m.

- giunti (tagli) di frazionamento: i giunti di frazionamento sono dei tagli superficiali che interessano circa 1/3 dello spessore del massetto: essi costituiscono una linea di rottura guidata che toglie eventuali tensioni superficiali. Vanno eseguiti: in corrispondenza delle porte, nei locali con superficie superiore a 40 m², su superfici ampie di forma irregolare, su superfici con lato di lunghezza oltre gli 8 m e in presenza di grandi locali aventi forma geometrica a T, L o Z.

(*) Nota: Nel caso di utilizzo di massetti speciali (ad esempio anidridici) attenersi scrupolosamente alle prescrizioni del fornitore.

Manuali IMPIANTI MECCANICI

All'ultimazione degli impianti meccanici (climatizzazione, idrico sanitario), la ditta esecutrice delle opere è tenuta a fornire, in lingua italiana, la documentazione esecutiva degli impianti, le certificazioni di corretta installazione (dichiarazioni di conformità e relativi allegati), i manuali di gestione, uso e manutenzione, corredati delle istruzioni delle apparecchiature installate con i relativi schemi e disegni del Costruttore delle varie parti costituenti le macchine.

Si ricorda che tutti i documenti di certificazione delle Case Costruttrici delle apparecchiature (es. libretti di istruzione, certificazioni, ecc.) dovranno essere fornite all'ultimazione dei lavori.

Art. 52.5 Impianti di ventilazione meccanica

L'impianto di ventilazione meccanica è caratterizzato un'unità di trattamento aria da 3400mc/h utilizzata per la mandata di aria e da 4 estrattori con capacità massima di 900 mc/h.

L'UTA è costituita da: batteria di riscaldamento e raffrescamento, umidificatore ad acqua, collegamenti elettrici interni e sistema di regolazione e controllo in grado di gestire l'unità autonomamente e capace di dialogare con sistema di supervisione esterno.

L'impianto di distribuzione per l'immissione d'aria prevede l'utilizzo di canali coibentati in alluminio posizionati ad una profondità di scavo pari a 450 cm – 500 mm. Dai canali principali di distribuzione saranno realizzati degli stacchi per l'emissione nell'ambiente dove il canale di dimensione 200 x 200 mm sarà caratterizzato da una nicchia ad uso gocciolatoio, nel quale l'acqua per la pulizia delle pavimentazioni e le polveri, saranno raccolte ed eviteranno così la possibilità di infiltrazione nei canali principali di distribuzione.

Questo sistema limita la possibile formazione di batteri e muffe che possono nel tempo degradare l'impianto.

Le bocchette di immissione avranno una portata cad. paria a 500 mc/h.

Per quanto riguarda l'estrazione sono stati considerati 4 estrattori a flusso bilanciato con portata di estrazione pari a 900 mc/h.

Dotato di ventilatore elicoidali motorizzate a bassa rumorosità con protezione per il surriscaldamento.

Per l'installazione è necessario un foro di 610 x 380mm ed un'inclinazione di 3° per un migliore drenaggio della condensa.

Per un'ottimale efficienza necessitano di una manutenzione periodica allo scambiatore di calore.

Art. 52.6 Impianti per fognature

Tutte le canalizzazioni fognarie dovranno essere in conformità con le specifiche progettuali e le prescrizioni del presente capitolato; il dimensionamento sarà eseguito secondo le condizioni di portata più sfavorevoli, l'impianto nel suo insieme ed in ogni sua parte dovrà essere realizzato con caratteristiche di resistenza chimico-fisiche adeguate.

Le canalizzazioni dovranno essere di PVC rigido ed anello elastomerico di tenuta per condotte di scarico interrate, conformi alle norme UNI EN 1401 o altro materiale approvato dalle suddette specifiche o dal direttore dei lavori, dovranno essere opportunamente protette ed avere pendenze tali da impedire la formazione di depositi.

Le canalizzazioni impiegate dovranno essere totalmente impermeabili alla penetrazione di acqua dall'esterno ed alla fuoriuscita di liquidi dall'interno, e saranno resistenti alle azioni di tipo fisico, chimico e biologico provocate dai liquidi convogliati al loro interno.

Tali caratteristiche dovranno essere rispettate anche per i giunti ed i punti di connessione.

Le pendenze non dovranno mai essere inferiori all'1% (0,5% nel caso di grandi collettori), valore che dovrà essere portato al 2% nel caso di tubazioni in cemento usate per lo scarico di acque pluviali.

Per la distribuzione interna delle reti di scarico vale quanto previsto, a riguardo, negli impianti idrosanitari.

Tutti i piani di scorrimento delle canalizzazioni fognarie dovranno essere perfettamente livellati in modo da mantenere la pendenza di deflusso costante e senza interruzioni.

Gli scavi contenenti tubazioni fognarie dovranno sempre trovarsi ad un livello inferiore delle condotte dell'acqua potabile e non dovranno esserci interferenze con alcun altro impianto.

La profondità e le modalità di posa delle tubazioni saranno in relazione con i carichi sovrastanti e le caratteristiche del terreno, si dovranno, inoltre, prevedere adeguate protezioni e pozzetti di ispezione praticabili nei punti di raccordo e lungo la rete.

Le tubazioni per le reti fognarie, dovranno essere integre e poste in opera nei modi indicati dal direttore dei lavori, avere giunzioni a tenuta.

Le tubazioni per gli impianti di scarico dovranno rispondere alle seguenti specifiche:

- UNI 7443 e suo FA 178-87 per i tubi in PVC;

Le pendenze e le caratteristiche dei pozzetti (tubazioni in entrata ed in uscita) dovranno impedire la formazione di depositi.

Tutti i pozzetti dovranno essere realizzati in conglomerato cementizio o prefabbricati, saranno collocati agli incroci delle canalizzazioni o lungo la rete, saranno ispezionabili e con botole di chiusura in metallo o altri materiali (in rapporto alle condizioni di carico); i pozzetti posti lungo la rete avranno una distanza di ca. 30 mt. l'uno dall'altro.

Il collaudo sarà eseguito in corso d'opera ed a lavori ultimati, riguarderà tratti di rete che saranno controllati prima del riempimento e l'impianto nel suo insieme.

TUBAZIONI PER FOGNATURE

Le tubazioni per fognature saranno conformi alle specifiche della normativa vigente in materia ed avranno le caratteristiche indicate dettagliatamente nel presente capitolo; i materiali utilizzati per tali tubazioni sarà la seguente:

- a) tubazioni in PVC.

Le caratteristiche di ciascun tipo di tubazione saranno definite dalla normativa vigente e dalle specifiche particolari previste per i diversi tipi di applicazioni o impianti di utilizzo.

TUBAZIONI IN PVC

Le tubazioni in cloruro di polivinile plastificato rigido con caratteristiche conformi alle norme UNI 7447/75, 7448/75 con marchio di conformità e giunto del tipo a bicchiere incollato o con anello di tenuta in gomme, complete di anello elastomerico che potranno essere posizionate a qualsiasi profondità dopo aver preparato il piano di posa attraverso la fornitura e la stesa di un letto di sabbia, la realizzazione del rinfiacco e la ricopertura con sabbia asciutta; tali tubazioni saranno usate negli scarichi per liquidi con temperature non superiori ai 70 °C.

POZZETTI

Dovranno essere del tipo prefabbricato in calcestruzzo diaframmati e non, da fornire in opera completi con tutte le operazioni di innesto, saldatura delle tubazioni, scavi, rinterrati ed eventuali massetti.

CHIUSINI E GRIGLIE IN FERRO

Saranno realizzati con profili battentati in ferro, parti apribili ed eventuali chiavi di sicurezza oltre ad una mano di smalto o vernici antiossidanti.

Art. 52.7 Impianti Elettrici

PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI

- Requisiti di rispondenza a norme, leggi e regolamenti

Gli impianti e i componenti devono essere realizzati a regola d'arte, giusta prescrizione della legge 1 marzo 1968, n. 186, del Decreto 22 gennaio 2007, n.37 e successive modifiche e integrazioni.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti alla data di presentazione del progetto-offerta e in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di sicurezza delle norme CEI (Comitato elettrotecnico italiano);
- alle prescrizioni e indicazioni dell'Azienda distributrice dell'energia elettrica;
- alle prescrizioni e indicazioni dell'Ente che effettua il servizio telefonico;
- alle prescrizioni dei VV.FF. e delle autorità locali.

- Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro

Nei disegni e negli atti posti a base dell'appalto deve essere chiaramente precisata, dall'Amministrazione appaltante, la destinazione o l'uso di ciascun ambiente, affinché le ditte concorrenti ne tengano debito conto nella progettazione degli impianti ai fini di quanto disposto dalle vigenti disposizioni di legge in materia antinfortunistica, nonché dalle norme CEI.

CARATTERISTICHE PRINCIPALI

a) L'impianto elettrico del plesso in oggetto ha origine nel locale tecnico adibito a locale di consegna dove si trovano collocati tutti i contatori di misura.

All'interno dei quadri elettrici sono ubicati tutti i dispositivi per la protezione contro i contatti indiretti, assicurata da interruttori magnetotermici e differenziali ad alta sensibilità, secondo quanto stabilito dalle norme CEI 64-8 art. 413.1.1.1. In particolare la protezione con interruzione automatica dei circuiti soddisfa la condizione R_t minore di $50/I_d$ ed in ogni caso minore di 20 ohm.

b) La differenza fra tensione a vuoto e la tensione che si riscontra in qualsiasi punto dell'impianto, quando sono inseriti tutti gli utilizzatori ammessi a funzionare contemporaneamente e quando la tensione all'inizio dell'impianto sotto misura rimane costante, non dovrà superare il 4% per tutti i rami dell'impianto.

c) Indipendentemente dalle sezioni conseguenti alle anzidette massime cadute di tensione ammesse nei circuiti, per i conduttori di tutti gli impianti alimentati a piena tensione normale della rete BT, la massima densità di corrente ammessa non supera il 90% da quella ricavabile dalle norme in vigore. Per la linea principale di alimentazione la massima densità di corrente ammessa non supera l'80% delle stesse tabelle della norma.

d) Per i conduttori degli impianti alimentati con piena tensione di rete a BT la sezione minima sarà di 1,5mmq e l'isolamento minimo di grado 3-tipo N07V-K tabella CEI 20-22 II edizione. Le colorazioni dei rivestimenti isolanti delle linee saranno le seguenti:

- conduttore neutro: blu chiaro
- conduttore di fase: marrone, nero, blu scuro
- conduttore di terra: giallo, verde

I cavi della linea di alimentazione di ciascuna unità sono del tipo isolato in gomma, antifiama.

In particolare, ogni dispositivo di comando e di protezione che compare nello schema generale figura contrassegnato da un numero che può identificare senza errori ogni derivazione e ogni linea alimentatrice.

e) Le giunzioni sono effettuate su morsetti con base in materiale plastico avente elevate caratteristiche dielettriche, fissate alle scatole di contenimento e/o con morsetti. La sezione minima dei morsetti sarà di 6mmq.

g) L'impianto di terra e di equalizzazione del potenziale è realizzato conformemente alle norme CEI 64-8 e precisamente :

- tutte le masse estranee, come le tubazioni dell'acqua e le strutture metalliche di qualunque genere, sono tra loro elettricamente connesse nel locale medesimo a mezzo di conduttori equipotenziali in rame.
- collegamento del punto luce, della presa, del quadro elettrico e di tutte le apparecchiature elettriche installate con il nodo equipotenziale di mediante conduttore di rame con una sezione non inferiore a quella del conduttore di fase . Quando un conduttore di protezione è comune a diversi circuiti, la sua

sezione è stata dimensionata in funzione del conduttore di fase avente la sezione più grande. (Norma CEI 64-8 art. 543.1.4)

- collegamento del nodo equipotenziale mediante conduttore di rame con isolamento in PVC , avente sezione di 16 mmq, alla terra generale.

h) Prima della messa in esercizio dell'impianto, oltre alle verifiche da effettuare secondo le norme CEI 64-8, è stata tassativamente verificata l'efficienza dell'impianto di terra.

i) L'impianto, dovrà essere controllato periodicamente, con intervalli di tempo non superiore a due anni, effettuando misure di isolamento, controlli sull'impianto di terra e sui dispositivi a corrente differenziali installati. Questi ultimi richiedono un controllo non superiori a sei mesi.

QUADRI DI BASSA TENSIONE

Generalità

La presente specifica riguarda i criteri di base per la progettazione, la costruzione e le modalità di collaudo per i quadri di distribuzione energia a bassa tensione compresi i quadri generali e quelli secondari.

Normativa

Le norme di riferimento per i quadri elettrici di bassa tensione sono la EN 61439-1 (CEI 17-113) "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali" e la EN 61439-2 (CEI 17-114), "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza ", pubblicate in contemporanea nel gennaio 2010.

I singoli componenti saranno progettati e costruiti secondo:

- tabelle UNEL

- norme di riferimento specifiche

Tutti i componenti in materiale plastico dovranno rispondere ai requisiti di autoestinguilibilità a 960°C (30/30s) in conformità alle norme IEC 695.2.1 (CEI 50.11)

Dati generali

Nella costruzione dei quadri si dovranno considerare le diverse condizioni di servizio, i quadri saranno installati all'interno di locali chiusi. La frequenza nominale sarà di 50 Hz (+ - 2,5%). Le correnti nominali di corto circuito, previste per il quadro, saranno quelle riportate sugli schemi relativi, la durata delle correnti di corto circuito sarà assunta per 1 secondo.

Dispositivi di manovra e protezione

Saranno oggetto di preferenza da parte del committente apparecchiature che incorporino dispositivi principali del medesimo costruttore. Dovrà essere garantita una facile individuazione delle manovre da compiere, che dovranno pertanto essere concentrate sul fronte dello scomparto. All'interno dovrà essere possibile un agevole ispezionabilità ed una facile manutenzione. Le distanze, i dispositivi e le eventuali separazioni metalliche dovranno impedire che interruzioni di elevate correnti di corto circuito o avarie notevoli, possano interessare l'equipaggiamento elettrico montato in vani adiacenti. Devono essere in ogni caso garantite le distanze che realizzano i perimetri di sicurezza imposti dal costruttore delle apparecchiature. Tutti i componenti elettrici ed elettronici devono essere contraddistinte da targhette di identificazione conformi a quanto indicato dagli schemi.

Dovrà essere previsto uno spazio pari al 20% dell'ingombro totale che consenta eventuali ampliamenti senza intervenire sulla struttura di base ed i relativi circuiti di potenza.

Carpenteria

La struttura dei quadri sarà realizzata con montanti in profilati di acciaio e pannelli di chiusura in lamiera ribordata di spessore non inferiore a 15/10 o 10/10. I quadri dovranno essere chiusi su ogni lato e posteriormente, i pannelli perimetrali dovranno essere asportabili a mezzo di viti. I pannelli posteriori dovranno essere di tipo incernierato con cerniere a scomparsa. Le porte frontali saranno corredate di chiusura a chiave, il rivestimento frontale sarà costituito da cristallo di tipo temprato. I quadri o elementi di quadro costituenti unità a sé stanti dovranno essere completi di golfari di sollevamento a scomparsa. Anche se prevista la possibilità di ispezione dal retro del quadro, tutti i componenti elettrici saranno facilmente accessibili dal fronte mediante pannelli avvitati o incernierati.

Sul pannello anteriore saranno previste feritoie per consentire il passaggio degli organi di comando.

Tutte le apparecchiature saranno fissate su guide o su pannelli fissati su specifiche traverse di sostegno.

Gli strumenti e lampade di segnalazione saranno montate sui pannelli frontali.

Sul pannello frontale ogni apparecchiatura sarà contrassegnata da targhette indicatrici che ne identificano il

servizio.

Verniciatura

Per garantire una efficace resistenza alla corrosione, la struttura e i pannelli dovranno essere opportunamente trattati e verniciati. Il trattamento di fondo dovrà prevedere il lavaggio, il decapaggio, la fosfatizzazione e l'elettrozincatura delle lamiere. Le lamiere trattate saranno verniciate con polvere termoindurente a base di resine epossidiche mescolate con resine poliesteri colore a finire a scelta della Direzione Lavori, liscio e semilucido con spessore minimo di 70 micro ns.

Collegamento di potenza

Le eventuali sbarre e i conduttori dovranno essere dimensionati per sopportare le sollecitazioni termiche e dinamiche corrispondenti ai valori della corrente nominale e per i valori delle correnti di corto circuito richiesti.

Le eventuali sbarre dovranno essere completamente perforate e saranno fissate alla struttura tramite supporti isolati a pettine. Questi supporti saranno dimensionati e calcolati in modo tale da sopportare gli sforzi elettrodinamici dovuti al corto circuito.

Le eventuali sbarre saranno in rame elettrolitico con punti di giunzione imbullonati predisposti contro l'allentamento. Le sbarre principali dovranno essere predisposte per essere suddivise in sezioni pari agli elementi di scomposizione del quadro e dovranno consentire ampliamenti su entrambi i lati.

Le derivazioni saranno realizzate in corda o in bandelle di rame flessibile inguainate con isolamento non inferiore a 3 KV. I conduttori saranno dimensionati per la corrente nominale di ogni interruttore a prescindere dalla sua taratura e alimenteranno singolarmente ogni interruttore a partire dal sistema di sbarre sopra indicato.

Gli interruttori saranno normalmente alimentati dalla parte superiore, salvo diversa esigenza di installazione; in tal caso potrà essere prevista diversa soluzione. Dovrà essere studiato altresì la possibilità di ammaraggio e collegamento elettrico di tutti i cavi entranti o uscenti dal quadro senza interposizione di morsettiere.

A tale riguardo normalmente i cavi di alimentazione si atterranno direttamente ai morsetti dell'interruttore generale, provvisto di appositi coprimorsetti, mentre non transiteranno in morsettiera i cavi uscenti con sezione superiore a 50 mmq. Le sbarre dovranno essere identificate con opportuni contrassegni autodesivi a seconda della fase di appartenenza così come le corde saranno equipaggiate con anellini terminali colorati.

Tutti i conduttori sia ausiliari che di potenza (salvo la prescrizione s.d.) si atterranno a delle morsettiere componibili su guida, con diaframmi dove necessario, che saranno adatte, salvo diversa prescrizione, ad una sezione di cavo non inferiore a 6 mmq.

Collegamenti ausiliari

Saranno in conduttore flessibile con isolamento pari a 3KV con le seguenti sezioni minime:

* 4 mmq per i T.A.

* 2,5 mmq per i circuiti di comando

* 1,5 mmq per i circuiti di segnalazione e T.V.

Ogni conduttore sarà completo di anellino numerato corrispondente al numero sulla morsettiera e sullo schema funzionale.

Dovranno essere identificati i conduttori per i diversi servizi (ausiliari in alternata - corrente continua - circuiti di allarme - circuiti di comando - circuiti di segnalazione) impiegando conduttori con guaine colorate differenziate oppure ponendo alle estremità anellini colorati.

Potranno essere consentiti due conduttori sotto lo stesso morsetto solamente sul lato interno del quadro.

I morsetti dovranno essere del tipo per cui la pressione di serraggio sia ottenuta tramite una lamella e non direttamente dalla vite. I conduttori saranno riuniti a fasci entro canaline o sistemi analoghi con coperchio a scatto.

Tali sistemi consentiranno un inserimento di conduttori aggiuntivi in volume pari al 25% di quelli installati. Non e' ammesso il fissaggio con adesivi.

Collegamenti alle linee esterne

Se la linea è contenuta in canalina o in cunicoli dovranno essere previste delle piastre metalliche in due pezzi asportabili per evitare l'ingresso di corpi estranei. In caso di cassette da parete con linee passanti dalla parte superiore o inferiore dovranno essere previste specifiche piastre passacavi in materiale isolante.

In ogni caso le linee dovranno attestarsi alla morsettiera in modo adeguato per rendere agevole qualsiasi intervento di manutenzione. Le morsettiere non dovranno sostenere il peso dei cavi ma gli stessi dovranno essere ancorati ove necessario a degli specifici profilati di fissaggio.

Schemi

Ogni quadro, anche il più semplice, dovrà essere corredato di apposita tasca porta-schemi dove saranno contenuti i disegni degli schemi di potenza e funzionali rigorosamente aggiornati.

Strumenti di misura

Avranno dimensione 72 x 72, saranno di tipo elettromagnetico per corrente alternata, a magnete permanente e bobina mobile per corrente continua, ferrodinamici per i registratori e ad induzione per i contatori. Gli amperometri di lettura degli assorbimenti dei motori avranno il fondo scala ristretto, che eccederà la corrente nominale dei relativi T.A.

Collaudi

Le prove di collaudo saranno eseguite secondo le modalità della norma CEI 17.13.1..

Inoltre il fornitore dovrà fornire i certificati delle prove di tipo previste dalla norma CEI 17.13.1 effettuate dal costruttore su prototipi del quadro (apparecchiatura di serie AS). Qualora la fornitura riguardi apparecchiatura non di serie (ANS), derivata da prototipi certificati dal costruttore, dovrà fornire i relativi certificati dalla norma.

PRESCRIZIONI RIGUARDANTI I CIRCUITI

Cavi e conduttori

a) isolamento dei cavi:

i cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria devono essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (U_0/U) non inferiori a 450/750 V, simbolo di designazione 07. Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando devono essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500 V, simbolo di designazione 05. Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, devono essere adatti alla tensione nominale maggiore;

b) colori distintivi dei cavi:

i conduttori impiegati nella esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722-74 e 00712. In particolare i conduttori di neutro e protezione devono essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. Per quanto riguarda i conduttori di fase, devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio (cenere) e marrone;

c) sezioni minime e cadute di tensione massime ammesse:

le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore del 4% della tensione a vuoto) devono essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL.

Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime dei conduttori di rame ammesse sono:

- 0,75 mm² per circuiti di segnalazione e telecomando;
- 1,5 mm² per illuminazione di base, derivazione per prese a spina per altri apparecchi di illuminazione e per apparecchi con potenza unitaria inferiore o uguale a 2,2 kW;
- 2,5 mm² per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria superiore a 2,2 kW e inferiore o uguale a 3,6 kW;
- 4 mm² per montanti singoli e linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3,6 kW;

d) sezione minima dei conduttori neutri:

la sezione dei conduttori neutri non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mm², la sezione dei conduttori neutri può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, col minimo tuttavia di 16 mm² (per conduttori in rame), purché siano soddisfatte le condizioni degli articoli: 522, 524.1-2-3, 543.1.4. della norma CEI 64-8;

e) sezione dei conduttori di terra e protezione:

la sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non deve essere inferiore a quella indicata nella tabella seguente, tratta dalle norme CEI 64-8, IV edizione (tabella 54F):

SEZIONE MINIMA DEL CONDUTTORE DI PROTEZIONE

Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio mm ²	Cond. protez. facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase mm ²	Cond. protez. facente parte dello stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase mm ²
Minore o uguale a 16	Sezione del conduttore di fase	2,5 se protetto meccanicamente, 4 se non protetto meccanicamente
Maggiore di 16 e minore o uguale a 35	16	16
Maggiore di 35	Metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipol., la sezione specificata dalle rispettive norme	Metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipol., la sezione specificata dalle rispettive norme

f) propagazione del fuoco lungo i cavi:

i cavi in aria installati individualmente, cioè distanziati tra loro di almeno 250 mm, devono rispondere alla prova di non propagazione delle norme CEI 20-35. Quando i cavi sono raggruppati in ambiente chiuso in cui sia da contenere il pericolo di propagazione di un eventuale incendio, essi devono avere i requisiti di non propagazione dell'incendio in conformità alle norme CEI 20-22;

g) provvedimenti contro il fumo:

allorché i cavi siano installati in notevole quantità in ambienti chiusi frequentati dal pubblico e di difficile e lenta evacuazione si devono adottare sistemi di posa atti ad impedire il dilagare del fumo negli ambienti stessi o in alternativa ricorrere all'impiego di cavi a bassa emissione di fumo secondo le norme CEI 20-37 e 20-38;

h) problemi connessi allo sviluppo di gas tossici e corrosivi:

qualora cavi in quantità rilevanti siano installati in ambienti chiusi frequentati dal pubblico, oppure si trovino a coesistere in ambiente chiuso, con apparecchiature particolarmente vulnerabili da agenti corrosivi, deve essere tenuto presente il pericolo che i cavi stessi bruciando sviluppino gas tossici o corrosivi. Ove tale pericolo sussista occorre fare ricorso all'impiego di cavi aventi la caratteristica di non sviluppare gas tossici e corrosivi ad alte temperature secondo le norme CEI 20-37 e 20-38.

Sezione minima del conduttore di terra

La sezione del conduttore di terra deve essere non inferiore a quella del conduttore di protezione suddetta con i minimi di seguito indicati (norma CEI 64-8, IV edizione, tabella 54A).

SEZIONE MINIMA (mm²)

- Protetto contro la corrosione ma non meccanicamente	16 (Cu)	16 (Fe) zincato
- non protetto contro la corrosione	25 (Cu)	50 (Fe)
- protetto meccanicamente	in accordo con l'art. 543.1	

In alternativa ai criteri sopra indicati è ammesso il calcolo della sezione minima del conduttore di protezione mediante il metodo analitico indicato al paragrafo a) dell'art. 543.1.1 delle norme CEI 64-8.

Canalizzazioni

I conduttori, a meno che non si tratti di installazioni volanti, devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente. Dette protezioni possono essere: tubazioni, canalette porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile ecc.

Negli impianti in edifici civili e similari si devono rispettare le seguenti prescrizioni:

- Tubi protettivi, cassette di derivazione
- Nell'impianto previsto per la realizzazione sotto traccia, i tubi protettivi devono essere in materiale termoplastico serie leggera per i percorsi sotto intonaco, in acciaio smaltato a bordi saldati oppure in materiale termoplastico serie pesante per gli attraversamenti a pavimento;
- il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti. Tale coefficiente di maggiorazione deve essere aumentato a 1,5 quando i cavi

siano del tipo sotto piombo o sotto guaina metallica; il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e rinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. Comunque il diametro interno non deve essere inferiore a 10 mm;

- il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve devono essere effettuate con raccordi o con piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi;
- ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, ad ogni derivazione da linea principale a secondaria e in ogni locale servito, la tubazione deve essere interrotta con cassette di derivazione;
- le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti o morsettiere. Dette cassette devono essere costruite in modo che nelle condizioni ordinarie di installazione non sia possibile introdurre corpi estranei, deve inoltre risultare agevole la dispersione di calore in esse prodotta.

Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo;

- i tubi protettivi dei montanti di impianti utilizzatori alimentati attraverso organi di misura centralizzati e le relative cassette di derivazione devono essere distinti per ogni montante.

E' ammesso utilizzare lo stesso tubo e le stesse cassette purché i montanti alimentino lo stesso complesso di locali e che ne siano contrassegnati per la loro individuazione, almeno in corrispondenza delle due estremità;

- qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi devono essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate.

Tuttavia è ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili se non a mezzo di attrezzo, tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi.

Il numero dei cavi che si possono introdurre nei tubi è indicato nella tabella seguente:

NUMERO MASSIMO DI CAVI UNIPOLARI DA INTRODURRE IN TUBI PROTETTIVI

(i numeri tra parentesi sono per i cavi di comando e segnalazione)

Diam. e/diam.i	Sezione dei cavetti in mm ²					
mm (0,5) (0,75) (1)	1,5	2,5	4	6	10	16
12/ 8,5 (4) (4)		(2)				
14/10 (7) (4)(3)		2				
16/11,7 (4)		42				
20/15,5 (9)		74	4	2		
25/19,8 (12)		97	7	4	2	
32/26,4	12	9	7	7	3	

Canalette porta cavi

Per i sistemi di canali battiscopa e canali ausiliari si applicano le norme CEI 23-19.

Per gli altri sistemi di canalizzazione si applicheranno le norme CEI specifiche (ove esistenti).

Il numero dei cavi installati deve essere tale da consentire una occupazione non superiore al 50% della sezione utile dei canali, secondo quanto prescritto dalle norme CEI 64-9.

Per il grado di protezione contro i contatti diretti, si applica quanto richiesto dalle norme CEI 64-8 utilizzando i necessari accessori (angoli, derivazioni ecc.), opportune barriere devono separare cavi a tensioni nominali differenti.

I cavi vanno utilizzati secondo le indicazioni delle norme CEI 20-20.

Devono essere previsti per canali metallici i necessari collegamenti di terra ed equipotenziali secondo quanto previsto dalle norme CEI 64-8.

Nei passaggi di parete devono essere previste opportune barriere tagliafiamma che non degradino i livelli di segregazione assicurati dalle pareti.

Le caratteristiche di resistenza al calore anormale e al fuoco dei materiali utilizzati devono soddisfare quanto richiesto dalle norme CEI 64-8.

- Posa di cavi elettrici isolati, sotto guaina, interrati

Per l'interramento dei cavi elettrici, si dovrà procedere nel modo seguente:

- sul fondo dello scavo, sufficiente per la profondità di posa preventivamente concordata con la direzione lavori e privo di qualsiasi sporgenza o spigolo di roccia o di sassi, si dovrà costituire, in primo luogo, un letto

- di sabbia di fiume, vagliata e lavata, o di cava, vagliata, dello spessore di almeno 10 cm, sul quale si dovrà distendere poi il cavo (od i cavi) senza premere e senza fare affondare artificialmente nella sabbia;
- si dovrà quindi stendere un altro strato di sabbia come sopra, dello spessore di almeno 5 cm, in corrispondenza della generatrice superiore del cavo (o dei cavi); pertanto lo spessore finale complessivo della sabbia dovrà risultare di almeno cm 15 più il diametro del cavo (quello maggiore, avendo più cavi);
 - sulla sabbia così posta in opera si dovrà infine disporre una fila continua di mattoni pieni, bene accostati fra loro e con il lato maggiore secondo l'andamento del cavo (o dei cavi) se questo avrà diametro (o questi comporranno una striscia) non superiore a cm 5 o al contrario in senso trasversale (generalmente con più cavi);
 - sistemati i mattoni, si dovrà procedere al rinterro dello scavo pigiando sino al limite del possibile e trasportando a rifiuto il materiale eccedente dall'iniziale scavo.

L'asse del cavo (o quello centrale di più cavi) dovrà ovviamente trovarsi in uno stesso piano verticale con l'asse della fila di mattoni.

Per la profondità di posa sarà seguito il concetto di avere il cavo (o i cavi) posti sufficientemente al sicuro da possibili scavi di superficie per riparazioni ai manti stradali o cunette eventualmente soprastanti, o movimenti di terra nei tratti a prato o giardino.

Di massima sarà però osservata la profondità di almeno cm 50 misurando sull'estradosso della protezione di mattoni.

Tutta la sabbia ed i mattoni occorrenti saranno forniti dalla ditta appaltatrice.

Cassette di derivazione

Saranno in materiale isolante autoestinguento o metalliche (collegate a terra e con un'adeguata protezione contro la corrosione). Nei locali umidi o bagnati è ammesso solo l'impiego del tipo in materiale isolante.

Saranno dotate di coperchio fissato con viti o con il sistema a 1/4 di giro o equivalente. Le viti dovranno essere rese impermeabili, essere in acciaio inossidabile o in ottone o comunque con trattamento superficiale contro la corrosione (cadmiatura, zincocromatura, etc.). Non sono ammesse viti di tipo autofilettate. Saranno poste in opera in posizione tale da essere facilmente apribili ed ispezionabili curando in modo particolare che risultino allineate fra loro e parallele a pareti, soffitti, e spigoli dei locali. Quelle posate in vista dovranno essere fissate con non meno di due viti.

Per quanto possibile, si dovrà cercare di unificare i tipi e le dimensioni. Tutte le tubazioni protettive dovranno entrare dai fianchi o dal fondo delle cassette. L'ingresso dovrà avvenire esclusivamente attraverso i fori o gli indebolimenti sfondabili previsti dal costruttore e senza praticare allargamenti o produrre rotture sulle pareti.

Il numero delle tubazioni entranti o uscenti da ciascuna cassetta non dovrà, pertanto essere superiore a quello dei fori o degli indebolimenti stessi. Nelle cassette stagne il taglio dei passatubi in plastica morbida dovrà avvenire in modo che ne risulti un foro circolare e non sia abbassato il grado di protezione. Tali passatubi non dovranno essere asportati per introdurre tubazioni di diametro superiore a quello previsto dal costruttore. Le tubazioni dovranno sporgere all'interno della cassetta per circa 0.5 cm, le parti più sporgenti dovranno essere tagliate prima dell'infilaggio dei cavi.

Le cassette di tipo da incasso dovranno essere opportunamente protette in modo da non essere riempite durante la fase di intonacatura delle pareti. Tutte le parti di malta eventualmente entrate dovranno essere asportate con cura prima dell'infilaggio dei conduttori. Setti di separazione fissi dovranno essere previsti in quelle cassette cui fanno capo impianti con tensioni nominali diverse. In nessun caso le cassette destinate all'impianto telefonico potranno essere utilizzate per qualche altro tipo di impianto. Tutte le derivazioni e le giunzioni sui conduttori dovranno essere eseguite entro le cassette; non è ammesso pertanto eseguirle nelle scatole di contenimento di prese e interruttori etc. oppure entro gli apparecchi illuminanti o nelle tubazioni protettive. Le derivazioni saranno effettuate mediante morsetterie fisse oppure di tipo componibile montate su guida di tipo unificato. Il serraggio dei conduttori dovrà essere a vite con l'interposizione di una piastrina metallica. Non sono ammessi collegamenti eseguiti con nastri o con morsetti a cappuccio. Tutte le cassette di derivazione dovranno essere contrassegnate in modo chiaro con le sigle riportate più oltre. La siglatura dovrà essere fatta impiegando timbri di tipo componibile costituiti da caratteri di almeno 10 mm. di altezza ed impiegando inchiostro di tipo indelebile.

Le sigle dovranno essere poste sia sulla superficie interna che su quella esterna del coperchio di ciascuna cassetta solamente nel caso di cassette installate su pareti o superfici che sicuramente non saranno tinteggiate, le sigle potranno essere poste solo sulla superficie esterna. Cassette destinate a impianti e/o servizi diversi dovranno riportare le sigle di tutti gli impianti. Le sigle dovranno essere le seguenti:

IMPIANTO

- illuminazione (normale, privilegiata, di sicurezza, 220V c.a.)

SIGLA

LU

- circuiti prese (a 220 V c.a.)	FM
- circuiti di potenza a tensione nominale diversa da 220 V (es. 12 V. c.a. oppure 24 V c.c.)	12 ca (24 cc)
- telefonico	TP
- trasmissione dati	TD
- citofonico	CIT
- rivelazione fumo e incendio	FU

Apparecchi di comando e di utilizzo

Prese ed apparecchi di comando andranno costruiti secondo la Normativa CEI vigente.

Sono da adottarsi esclusivamente i tipi con le parti in tensione montate su materiali ceramici o materiali aventi analoghe caratteristiche dielettriche. Le prese debbono essere del tipo per fissaggio alla scatola a mezzo di viti od altri sistemi, escluso quello ad espansione di griffe. Non sono ammesse placche di copertura in vetro.

Per i comandi stagni debbono essere adottati i tipo normali in scatola metallica di fusione o quelli con custodia in materiale plastico di tipo così detto infrangibile od antiurto, con imbocco a pressacavo e contatti sempre su materiali ceramici o materiali aventi analoghe caratteristiche dielettriche. Le scatole di contenimento dei comandi e delle prese di corrente devono essere in robusto materiale isolante, escluso il legno, e presentare caratteristiche meccaniche tali da resistere alle sollecitazioni dell'uso normale. Devono inoltre essere adatte al fissaggio inamovibile dei frutti mediante viti od altri sistemi, escluso quello ad espansione di griffe. Il numero, la posizione, i tipi e le caratteristiche delle varie utenze (punti luce, prese, ecc.), nonché dei vari organi di comando (interruttori, pulsanti, ecc.), sono riportati sui disegni di progetto. Tutte le derivazioni saranno eseguite entro apposite cassette ed esclusivamente con morsetti isolati.

Non saranno derivate "in cascata" le prese, e non saranno usate come cassette di transito le scatole di contenimento delle prese medesime e degli organi di comando. La sezione minima dei conduttori impiegati sarà di 1,5 mmq; tale sezione sarà impiegata anche per i ritorni dei deviatori, pulsanti e tutti gli altri organi di comando.

Il conduttore di protezione dei punti luce avrà la stessa sezione del conduttore di fase.

Le tubazioni protettive saranno della serie pesante con un diametro interno minimo di 12 mm.

Protezione contro i contatti indiretti

Devono essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse).

Per la protezione contro i contatti indiretti ogni impianto elettrico utilizzatore, o raggruppamento di impianti contenuti in uno stesso edificio e nelle sue dipendenze (quali portinerie distaccate e simili) deve avere un proprio impianto di terra.

A tale impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili destinati ad adduzione, distribuzione e scarico delle acque, nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso.

- Impianto di messa a terra e sistemi di protezione contro i contatti indiretti
- Elementi di un impianto di terra

Per ogni edificio contenente impianti elettrici deve essere opportunamente previsto, in sede di costruzione, un proprio impianto di messa a terra (impianto di terra locale) che deve soddisfare le prescrizioni delle vigenti norme CEI 64-8. Tale impianto deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza e comprende:

a) il dispersore (o i dispersori) di terra, costituito da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno e che realizza il collegamento elettrico con la terra;

b) il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno, destinato a collegare i dispersori fra di loro e al collettore (o nodo) principale di terra. I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno debbono essere considerati, a tutti gli effetti, dispersori per la parte interrata e conduttori di terra per la parte non interrata (o comunque isolata dal terreno);

c) il conduttore di protezione parte dal collettore di terra, arriva in ogni impianto e deve essere collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra); o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. E' vietato l'impiego di conduttori di

protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mm². Nei sistemi TT (cioè nei sistemi in cui le masse sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema elettrico) il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione;

d) il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiscono i conduttori di terra, di protezione, di equipotenzialità (ed eventualmente di neutro, in caso di sistemi TN, in cui il conduttore di neutro ha anche la funzione di conduttore di protezione);

e) il conduttore equipotenziale, avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee (parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra).

Prescrizioni particolari per locali da bagno

Divisione in zone e apparecchi ammessi

I locali da bagno vengono suddivisi in 4 zone per ognuna delle quali valgono regole particolari:

zona 0 - è il volume della vasca o del piatto doccia: non sono ammessi apparecchi elettrici, come scaldacqua a immersione, illuminazioni sommerse o simili;

zona 1 - è il volume al di sopra della vasca da bagno o del piatto doccia fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento: sono ammessi lo scaldabagno (del tipo fisso, con la massa collegata al conduttore di protezione) o altri apparecchi utilizzatori fissi, purché questi ultimi alimentati a tensione non superiore a 25 V, cioè con la tensione ulteriormente ridotta rispetto al limite normale della bassissima tensione di sicurezza, che corrisponde a 50 V;

zona 2 - è il volume che circonda la vasca da bagno o il piatto doccia, largo 60 cm e fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento: sono ammessi, oltre allo scaldabagno, agli altri apparecchi, questi ultimi alimentati a non più di 25 V, anche gli apparecchi illuminanti dotati di doppio isolamento (Classe II). Gli apparecchi installati nelle zone 1 e 2 devono essere protetti contro gli spruzzi d'acqua (grado protezione IPx4). Sia nella zona 1 che nella zona 2 non devono esserci materiali di installazione come interruttori, prese a spina, scatole di derivazione; possono essere installati pulsanti a tirante con cordone isolante e frutto incassato ad altezza superiore a 2,25 m dal pavimento. Le condutture devono essere limitate a quelle necessarie per l'alimentazione degli apparecchi installati in queste zone e devono essere incassate con tubo protettivo non metallico; gli eventuali tratti in vista necessari per il collegamento con gli apparecchi utilizzatori (per esempio con lo scaldabagno) devono essere protetti con tubo di plastica o realizzati con cavo munito di guaina isolante;

zona 3 - è il volume al di fuori della zona 2, della larghezza di 2,40 m (e quindi 3 m oltre la vasca o la doccia): sono ammessi componenti dell'impianto elettrico protetti contro la caduta verticale di gocce di acqua (grado di protezione IPx1), come nel caso dell'ordinario materiale elettrico da incasso, quando installati verticalmente, oppure IPx5 quando è previsto l'uso di getti d'acqua per la pulizia del locale; inoltre l'alimentazione delle prese a spina deve soddisfare una delle seguenti condizioni:

a) bassissima tensione di sicurezza con limite 50 V (BTS). Le parti attive del circuito BTS devono comunque essere protette contro i contatti diretti;

b) trasformatore di isolamento per ogni singola presa a spina;

c) interruttore differenziale ad alta sensibilità, con corrente differenziale non superiore a 30 mA;

Le regole date per le varie zone in cui sono suddivisi i locali da bagno servono a limitare i pericoli provenienti dall'impianto elettrico del bagno stesso, e sono da considerarsi integrative rispetto alle regole e prescrizioni comuni a tutto l'impianto elettrico (isolamento delle parti attive, collegamento delle masse al conduttore di protezione ecc.).

- Collegamento equipotenziale nei locali da bagno

Per evitare tensioni pericolose provenienti dall'esterno del locale da bagno (per esempio da una tubazione che vada in contatto con un conduttore non protetto da interruttore differenziale), è richiesto un conduttore equipotenziale che colleghi fra di loro tutte le masse estranee delle zone 1-2-3 con il conduttore di protezione; in particolare per le tubazioni metalliche è sufficiente che le stesse siano collegate con il conduttore di protezione all'ingresso dei locali da bagno.

Le giunzioni devono essere realizzate conformemente a quanto prescritto dalle norme CEI 64-8; in particolare devono essere protette contro eventuali allentamenti o corrosioni. Devono essere impiegate fascette che stringono il metallo vivo. Il collegamento non va eseguito su tubazioni di scarico in PVC o in gres. Il collegamento equipotenziale deve raggiungere il più vicino conduttore di protezione, per esempio nella scatola dove è installata la presa a spina protetta dell'interruttore differenziale ad alta sensibilità.

E' vietata l'inserzione di interruttori o di fusibili sui conduttori di protezione.

Per i conduttori si devono rispettare le seguenti sezioni minime:

- 2,5 mm² (rame) per collegamenti protetti meccanicamente, cioè posati entro tubi o sotto intonaco;

- 4 mm² (rame) per collegamenti non protetti meccanicamente e fissati direttamente a parete.

- Alimentazione nei locali da bagno

Può essere effettuata come per il resto dell'appartamento (o dell'edificio, per i bagni in edifici non residenziali).

Se esistono 2 circuiti distinti per i centri luce e le prese, entrambi questi circuiti si devono estendere ai locali da bagno.

La protezione delle prese del bagno con interruttore differenziale ad alta sensibilità può essere affidata all'interruttore differenziale generale (purché questo sia del tipo ad alta sensibilità) o a un differenziale locale, che può servire anche per diversi bagni attigui.

- Condutture elettriche nei locali da bagno

Possono essere usati cavi isolati in PVC tipo HO7V (ex UR/3) in tubo di plastica incassato a parete o nel pavimento.

Per il collegamento dello scaldabagno, il tubo, di tipo flessibile, deve essere prolungato per coprire il tratto esterno, oppure deve essere usato un cavetto tripolare con guaina (fase + neutro + conduttore di protezione) per tutto il tratto dall'interruttore allo scaldabagno, uscendo, senza morsetti, da una scatoletta passa-cordone.

- Altri apparecchi consentiti nei locali da bagno

Per l'uso di apparecchi elettromedicali in locali da bagno ordinari è necessario attenersi alle prescrizioni fornite dai costruttori di questi apparecchi che possono essere destinati a essere usati solo da personale addestrato.

Negli alberghi un telefono può essere installato anche nel bagno, ma in modo che non possa essere usato da chi si trova nella vasca o sotto la doccia.

- Protezioni contro i contatti diretti in ambienti pericolosi

Negli ambienti in cui il pericolo di elettrocuzione è maggiore sia per condizioni ambientali (umidità) sia per particolari utilizzatori elettrici usati (apparecchi portatili, tagliaerba ecc.) come per esempio: cantine, garage, portici, giardini ecc. le prese a spina devono essere alimentate come prescritto per la zona 3 dei bagni.

Coordinamento dell'impianto di terra con dispositivi di interruzione

Una volta attuato l'impianto di messa a terra, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata con uno dei seguenti sistemi:

a) coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente. Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè magnetotermico, in modo che risulti soddisfatta la seguente relazione: $R_t 50/I_s$ dove I_s è il valore in ampère, della corrente di intervento in 5 s del dispositivo di protezione; se l'impianto comprende più derivazioni protette da dispositivi con correnti di intervento diverse, deve essere considerata la corrente di intervento più elevata;

b) coordinamento fra impianto di messa a terra e interruttori differenziali. Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè differenziale che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo. Affinché detto coordinamento sia efficiente deve essere osservata la seguente relazione: $R_t 50/I_d$ dove I_d è il valore della corrente nominale di intervento differenziale del dispositivo di protezione.

Negli impianti di tipo TT, alimentati direttamente in bassa tensione dalla società distributrice, la soluzione più affidabile e in certi casi l'unica che si possa attuare è quella con gli interruttori differenziali, che consentono la presenza di un certo margine di sicurezza a copertura degli inevitabili aumenti del valore di R_t durante la vita dell'impianto.

- Protezione mediante doppio isolamento

In alternativa al coordinamento fra impianto di messa a terra e dispositivi di protezione attiva, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata adottando:

- macchine e apparecchi con isolamento doppio o rinforzato per costruzione od installazione: apparecchi di Classe II.

In uno stesso impianto la protezione con apparecchi di Classe II può coesistere con la protezione mediante messa a terra; tuttavia è vietato collegare intenzionalmente a terra le parti metalliche accessibili delle macchine, degli apparecchi e delle altre parti dell'impianto di Classe II.

- Protezione delle condutture elettriche

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti.

La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8.

In particolare i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata (I_z) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego (I_b , valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente). Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione devono avere una corrente nominale (I_n) compresa fra la corrente di impiego del conduttore (I_b) e la sua portata nominale (I_z) e una corrente di funzionamento (I_f) minore o uguale a 1,45 volte la portata (I_z).

In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b < I_n < I_z \quad I_f \leq 1,45 I_z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI 23-3 e CEI 17-5.

Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto in modo tale da garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione $12t - Ks^2$ (vedi norme CEI 64-8).

Essi devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

E' tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione (art. 6.3.02 delle norme CEI 64-8).

In questo caso le caratteristiche dei 2 dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica passante I^2t lasciata passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

Protezione di circuiti particolari

- a) Devono essere protette singolarmente le derivazioni all'esterno;
- b) devono essere protette singolarmente le derivazioni installate in ambienti speciali, eccezione fatta per quelli umidi;
- c) devono essere protetti singolarmente i motori di potenza superiore a 0,5 kW;
- d) devono essere protette singolarmente le prese a spina per l'alimentazione degli apparecchi in uso nei locali per chirurgia e nei locali per sorveglianza o cura intensiva (norme CEI 64-4).

- *Coordinamento con le opere di specializzazione edile e delle altre non facenti parte del ramo d'arte della ditta appaltatrice*

Per le opere, lavori, o predisposizioni di specializzazione edile e di altre non facenti parte del ramo d'arte della ditta appaltatrice, contemplate al paragrafo 1 dell'art. 43, ed escluse dall'appalto, le cui caratteristiche esecutive siano subordinate a esigenze dimensionali o funzionali degli impianti oggetto dell'appalto, è fatto obbligo alla ditta appaltatrice di render note tempestivamente all'Amministrazione appaltante le anzidette esigenze, onde la stessa Amministrazione possa disporre di conseguenza.

Materiali di rispetto

La scorta di materiali di rispetto non è considerata per le utenze di appartamenti privati. Per altre utenze, vengono date, a titolo esemplificativo, le seguenti indicazioni:

- fusibili con cartuccia a fusione chiusa, per i quali dovrà essere prevista, come minimo, una scorta pari al 20% di quelli in opera;
- bobine di automatismi, per le quali dovrà essere prevista una scorta pari al 10% di quelle in opera, con minimo almeno di una unità;
- una terna di chiavi per ogni serratura di eventuali armadi;
- lampadine per segnalazioni: di esse dovrà essere prevista una scorta pari al 10% di ogni tipo di quelle in opera.

PROTEZIONI DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE

Generalità

L'Amministrazione appaltante preciserà se negli edifici ove debbono venir installati gli impianti elettrici oggetto dell'appalto dovrà essere prevista anche la sistemazione di parafulmini per la protezione dalle scariche atmosferiche.

In ogni caso l'impianto di protezione contro i fulmini deve essere realizzato in conformità alle norme CEI 81-1.

Esso è diviso nelle seguenti parti:

- impianto di protezione contro le fulminazioni dirette (impianto base) costituito dagli elementi normali e naturali atti alla captazione, all'adduzione e alla dispersione nel suolo della corrente del fulmine (organo di captazione, calate, dispersore);
- impianto di protezione contro le fulminazioni indirette (impianto integrativo) costituito da tutti i dispositivi (quali connessioni metalliche, limitatori di tensione) atti a contrastare gli effetti (per esempio: tensione totale di terra, tensione di passo, tensione di contatto, tensione indotta, sovratensione sulle linee) associati al passaggio della corrente di fulmine nell'impianto di protezione o nelle strutture e masse estranee a esso adiacenti.

Criteri di valutazione del rischio e di scelta dell'impianto

L'impianto deve essere realizzato in modo da ridurre a un valore accettabile prestabilito il rischio che il fulmine raggiunga un punto qualsiasi posto all'interno del volume protetto.

Il numero di fulmini all'anno che si accetta possano arrecare danno (Nel) si ricava dalla tabella D1 in funzione della classe dei volumi da proteggere così come qui di seguito sono classificati (appendice A delle norme CEI 81-1).

Protezione da sovratensioni per fulminazione indiretta e di manovra

A) Protezione d'impianto

Al fine di proteggere l'impianto e le apparecchiature elettriche ed elettroniche ad esso collegate contro le sovratensioni di origine atmosferica (fulminazione indiretta) e le sovratensioni transitorie di manovra e limitare scatti intempestivi degli interruttori differenziali, all'inizio dell'impianto deve essere installato un limitatore di sovratensioni che garantisce la separazione galvanica tra conduttori attivi e terra. Detto limitatore deve essere modulare e componibile e avere il dispositivo di fissaggio a scatto incorporato per profilato unificato.

B) Protezione d'utenza

Per la protezione di particolari utenze molto sensibili alle sovratensioni, quali per esempio computer, video terminali, registratori di cassa, centraline elettroniche in genere e dispositivi elettronici a memoria programmabile, le prese di corrente dedicate alla loro inserzione nell'impianto devono essere alimentate attraverso un dispositivo limitatore di sovratensione in aggiunta al dispositivo di cui al punto A).

Detto dispositivo deve essere componibile con le prese ed essere montabile a scatto sulla stessa armatura e poter essere installato nelle normali scatole da incasso.

DISPOSIZIONI PARTICOLARI PER GLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

Assegnazione dei valori di illuminazione

I valori medi di illuminazione da conseguire e da misurare - entro 60 giorni dall'ultimazione dei lavori - su un piano orizzontale posto a m 0,80 dal pavimento, in condizioni di alimentazione normali, saranno precisati, per i vari locali, dall'Amministrazione appaltante e qui appresso, a titolo orientativo, se ne indicano i valori minimi per i tipi più comuni degli ambienti sotto elencati:

- uffici 500 lux
- corridoi, passaggi, scale 200 lux

Per quanto non contemplato si rimanda alle Raccomandazioni Internazionali I.E.C.

Negli ambienti chiusi è ammesso sul piano orizzontale a m 0,80 dal pavimento un coefficiente di uniformità (inteso come rapporto tra i valori massimo e minimo di illuminazione) non superiore a 2. Ove l'Amministrazione appaltante intenda che per qualche ambiente tale coefficiente di uniformità debba avere diverso valore, dovrà farne esplicita richiesta.

In linea generale, ambienti adiacenti, fra i quali si hanno frequenti passaggi di persone dall'uno all'altro, non dovranno, di norma, avere differenze nei valori medi di illuminazione superiori al 50%; non solo, ma la qualità dell'illuminazione dovrebbe essere la stessa o simile.

All'aperto, il coefficiente di uniformità può raggiungere più elevati valori, fino ad un massimo di 8, salvo particolari prescrizioni al riguardo, da parte dell'Amministrazione appaltante.

Tipo di illuminazione (o natura delle sorgenti)

Il tipo di illuminazione sarà prescritto dall'Amministrazione appaltante, scegliendolo fra i sistemi più idonei, di cui, a titolo esemplificativo, si citano i seguenti:

- a fluorescenza dei vari tipi;
- a LED.

Le ditte concorrenti possono, in variante, proporre qualche altro tipo che ritenessero più adatto.

In ogni caso, i circuiti relativi a ogni accensione o gruppo di accensioni simultanee non dovranno avere un fattore di potenza a regime inferiore a 0,9, ottenibile eventualmente mediante rifasamento.

Devono essere presi opportuni provvedimenti per evitare l'effetto stroboscopico.

Condizioni ambiente

L'Amministrazione appaltante fornirà piante e sezioni, in opportuna scala, degli ambienti da illuminare, dando indicazioni sul colore delle pareti, del soffitto e del pavimento degli ambienti stessi, nonché ogni altra eventuale opportuna indicazione.

Apparecchi di illuminazione

Gli apparecchi saranno dotati di schermi che possono avere compito di protezione e chiusura e/o di controllo ottico del flusso luminoso emesso dalla lampada.

Soltanto per ambienti con atmosfera pulita è consentito l'impiego di apparecchi aperti con lampada non protetta.

Gli apparecchi saranno in genere a flusso luminoso diretto per un miglior sfruttamento della luce emessa dalle lampade; per installazioni particolari, l'Amministrazione appaltante potrà prescrivere anche apparecchi a flusso luminoso diretto-indiretto o totalmente indiretto.

Ubicazione e disposizione delle sorgenti

Particolare cura si dovrà porre all'altezza ed al posizionamento di installazione, nonché alla schermatura delle sorgenti luminose per eliminare qualsiasi pericolo di abbagliamento diretto e indiretto.

In mancanza di indicazioni, gli apparecchi di illuminazione si intendono ubicati a soffitto con disposizione simmetrica e distanziati in modo da soddisfare il coefficiente di uniformità consentito.

In locali di abitazione è tuttavia consentita la disposizione di apparecchi a parete (applique), per esempio, nelle seguenti circostanze: sopra i lavabi a circa m 1,80 dal pavimento in disimpegni di piccole e medie dimensioni sopra la porta.

Flusso luminoso emesso

Con tutte le condizioni imposte, sarà calcolato per ogni ambiente il flusso totale emesso in lumen delle sorgenti luminose, necessario per ottenere i valori di illuminazione in lux prescritti; per ottenere ciò si utilizzeranno le tabelle dei coefficienti di utilizzazione dell'apparecchio di illuminazione previsto.

Alimentazione dei servizi di sicurezza e alimentazione di emergenza

Le alimentazioni dei servizi di sicurezza e di emergenza devono essere conformi alle norme CEI 64-8 e CEI 64-4 in quanto applicabili.

Apparecchi per illuminazione di emergenza

L'impianto di illuminazione di emergenza renderà disponibile quel minimo di illuminazione che consenta di muoversi nei locali e di evitare incidenti (cadute, ecc....) nell'eventualità che la sorgente di energia abbia un disservizio.

Le apparecchiature illuminanti autonome per l'illuminazione e l'indicazione delle vie di fuga, saranno costituite da:

- contenitori in materiale isolante di tipo a parete / da incasso;
- schermo anteriore in materiale acrilico resistente agli urti, trasparente ed esteriormente liscio;
- lampada di tipo fluorescente/led (la potenza indicata nella specifica dei materiali);

- batterie di accumulatori al Ni-Cd o al piombo di tipo ermetico ricaricabili, adatte alla carica a corrente costante e di capacità sufficiente a mantenere accesa la lampada per almeno due ore;
- dispositivo elettronico per la commutazione di tensione di rete e viceversa al ritorno dell'alimentazione;
- lampada spia di segnalazione di funzionamento;
- grado di protezione IP40 e IP65;
- eventuale foglio autoadesivo con simboli, scritte, ecc..., conformi al D.P.R. 524 del 08/06/1982 e comunque da concordare con la Direzione Lavori.

L'apparecchio sarà completo di morsettiera per l'attestazione dei conduttori entranti (linea di alimentazione, comando di interdizione, ecc...), fusibile di protezione nonché di tutti gli accessori per l'installazione.

Per l'alimentazione delle luci di sicurezza saranno previsti circuiti indipendenti.

Apparecchi per illuminazione di sicurezza

In tutti i locali sono state inserite luci di emergenza costituite da lampade autoalimentate, funzionanti a bassa tensione, progettate in modo che in caso di calo della tensione di rete riescano a garantire un buon grado di illuminazione. In particolare le luci del tipo SE (solo emergenza) riguardano le uscite di sicurezza presenti. Le lampade di emergenza impiegate sono lampade con autonomia di 1 ora e tempo di ricarica totale 12 ore.

L'impianto di emergenza è in grado di soddisfare l'illuminazione minimo imposto dalle attuali leggi vigenti.

L'impianto per l'illuminazione di sicurezza dovrà garantire la completa illuminazione di tutte le vie di uscita, i luoghi di transito e di raccordo nel caso di interruzione dell'energia elettrica in modo da consentire un veloce e sicuro deflusso delle persone presenti negli ambienti o edifici interessati dalla disfunzione. Tutti i componenti dovranno rispondere ai seguenti requisiti:

- Apparecchio autonomo di emergenza per illuminazione permanente, IP40, per installazione fissa a parete, a soffitto o da incasso, alimentazione 220V, 50Hz, autonomia minima di un'ora, batteria ermetica ricaricabile al nichel-cadmio per alta temperatura, completo di lampada fluorescente/led, spie di segnalazione di funzionamento e malfunzionamento, corpo in resina autoestingente UL94-V2, schermo in materiale acrilico antiurto, doppio isolamento, tipo e colore a scelta della D.L. completa di accessori per il montaggio, nel prezzo si intende compreso e compensato ogni onere ed accessorio necessario per posa ed ogni altro onere per dare il lavoro finito a regola d'arte.

SISTEMI DI PREVENZIONE E SEGNALAZIONE INCENDI

L'impianto di rivelazione incendi prevede il rispetto della norma tecnica impiantistica UNI 9795:2010 Sistemi Fissi Automatici di Rivelazione e di Segnalazione Allarme d'Incendio Progettazione, Installazione ed Esercizio. Tale norma descrive le procedure per il controllo iniziale, la sorveglianza, il controllo periodico, la manutenzione e la revisione dei sistemi di rivelazione automatica d'incendio.

- Specifiche della stazione appaltante

Per prevenire incendi si devono installare rivelatori di fumo in ogni ambiente.

L'Amministrazione appaltante indicherà preventivamente gli ambienti nei quali dovrà essere previsto l'impianto.

- Rilevatori e loro dislocazione

A seconda dei casi, saranno impiegati: rilevatori di fumo o di calore. La loro dislocazione e il loro numero debbono essere determinati nella progettazione, in base al raggio d'azione di ogni singolo apparecchio. Gli apparecchi dovranno essere di tipo adatto all'ambiente in cui vanno installati.

- Centrale di comando

Deve essere distinta da qualsiasi apparecchiatura di altri servizi.

Deve consentire una facile ispezione e manutenzione dell'apparecchiatura e dei circuiti. Oltre ai dispositivi di allarme ottico e acustico azionati dai rilevatori, la centrale di comando dovrà essere munita di dispositivi indipendenti per allarme acustico e ottico per il caso di rottura fili o per il determinarsi di difetti di isolamento dei circuiti verso terra e fra di loro.

- Allarme acustico generale supplementare

Oltre all'allarme alla centrale, si disporrà di un allarme costituito da mezzo acustico, installato all'esterno, verso strada o verso il cortile, in modo da essere udito a largo raggio.

Tale allarme supplementare deve essere comandato in centrale, da dispositivo di inserzione e disinserzione.

- Alimentazione dell'impianto

Il sistema di rivelazione incendi, dovrà avere due sorgenti di alimentazione, una derivata da rete e una di emergenza costituita da batteria di accumulatori, generalmente a 24 V o 48 V di opportuna capacità.

L'alimentazione di emergenza dovrà essere in grado di garantire il corretto funzionamento del sistema in assenza dell'alimentazione principale da rete.

PREDISPOSIZIONE DELL' IMPIANTO DI DIFFUSIONE SONORA

Vengono considerati gli impianti elettroacustici atti a diffondere, mediante altoparlanti o auricolari, trasmissioni vocali o musicali, sia riprese direttamente, sia riprodotte.

- Generalità

Dovrà essere predisposto l'impianto di diffusione sonora, caratterizzato da tubazioni e vie cavi.

CABLAGGIO STRUTTURATO

Cablaggio orizzontale

In un sistema di cablaggio strutturato si definisce "cablaggio orizzontale" l'insieme dei collegamenti che vanno dal centro stella alla presa utente.

Gli elementi essenziali del cablaggio orizzontale sono:

- permutatore posto nel centro stella;
- cavo di collegamento tra permutatore e presa utente;
- connettori installati sulla presa utente;
- bretelle di permutazione sia lato centro stella che lato presa utente.

Nell'individuare la dislocazione nello stabile dei punti stella occorre tenere conto delle specifiche del cablaggio orizzontale che riportiamo sinteticamente:

- il cavo di collegamento deve essere a tratta unica e senza interruzioni intermedie, tra il permutatore di piano e la presa utente;
- la lunghezza massima della diramazione deve essere di 90 metri indipendentemente dalla tipologia di cavo utilizzato;
- per quanto riguarda le bretelle di permutazione, utilizzabili dal lato postazione di lavoro e dal lato centro stella, la loro lunghezza non deve eccedere i 5 m. per bretella e i 10 m. nella sommatoria.

Armadi di permutazione

Il rack di permutazione sarà basato sulla tecnica 19" (482,6 mm) e corredati di due montanti laterali completamente preforati (doppia foratura) con passo multiplo di 1U (44,45 mm.) secondo norma IEC 297-1. Ciò permetterà un assemblaggio standard sia per quanto riguarda il fissaggio dei permutatori e degli apparati sia per quanto riguarda gli spazi occupati in altezza. Il rack sarà di tipo chiuso (armadio rack) ad installazione a pavimento.

L'armadio dovrà essere delle dimensioni tali da ospitare almeno il 30% in più delle postazioni di lavoro da collegare, sarà costituito da una struttura portante in lamiera d'acciaio di almeno 2 mm di spessore, unita ad incastri ed imbullonata al tetto e al fondo in modo da essere totalmente smontabile all'occorrenza. Il disegno della struttura sarà a parallelepipedo simmetrico rispetto al proprio asse, tale da permettere un accoppiamento laterale, anteriore e posteriore di più armadi anche a formare un angolo. Il disegno della struttura inoltre offrirà opportuno spazio libero ai lati dei montanti, in modo da permettere la canalizzazione di cavi e fibre rispettando il minimo raggio di curvatura da questi ammissibile.

L'armadio deve essere alimentato per mezzo di un adeguata linea elettrica dedicata di sufficiente sezione (2500 W di carico elettrico), derivata dal quadro elettrico di pertinenza e sezionata dal relativo interruttore magnetotermico.

Al fine di permettere una buona organizzazione del cablaggio ed una corretta tenuta dei cordoni di permutazione all'interno dei ripartitori, dovrà essere installato un adeguato numero di pannelli guida cavi, in prossimità di pannelli di permutazione e parti in generale destinate ad accogliere permutazioni. Questi potranno essere del tipo: ad anelli incompleti, di altezza rack pari ad 1 unità, dotati di tre anelli di tenuta e di fessure mangia cavi per l'inserimento dei

cordoni verso l'interno della carpenteria; a 4 anelli incompleti e di altezza rack pari a 2 unità;

ad intercalare mangia cavi, di altezza rack pari ad 1 unità, realizzato con fessure per l'inserimento dei cordoni di permutazione verso l'interno della carpenteria e dotate di sistema di protezione a spazzole. Il posizionamento, quantità e scelta dei pannelli guida cavi dovranno essere effettuati in modo da permettere l'organizzazione del

massimo numero di permutazioni prevedibili per le parti (patch-panel, switch) cui i rispettivi pannelli sono dedicati.

All'interno dei ripartitori, dovrà essere installato un adeguato numero di anelli passacavi per l'organizzazione dei cordoni di permutazione negli spostamenti in verticale. Detti passacavi saranno del tipo ad anello incompleto, in metallo o in plastica, fissati sui montanti verticali rack e di dimensione adeguata ad ospitare le massimo numero di permutazioni previste e predisposte. Gli armadi saranno posizionati in maniera da permettere una distanza libera di circa 1 metro davanti, dietro, e ad un lato, se possibile. Se uno dei montanti deve essere accostato al muro, deve essere mantenuta una distanza minima di almeno 15 centimetri per consentire la gestione della salita di cavi.

Prese dati EDP

La tipologia della presa, sia lato armadio che lato utente, sarà quella RJ45, 8 pin, di tipo schermato (FTP), certificata dal costruttore come di categoria 6. A garanzia della performance dei singoli collegamenti e quindi del sistema di cablaggio, la presa dovrà inoltre:

- essere di un unico e solo tipo nell'intero sistema,
- utilizzabile sia lato Postazione di Lavoro (PdL) che lato armadio ripartitore;
- semplicemente e rapidamente connettabile, senza l'utilizzo di particolari attrezzi;
- la connessione dovrà inoltre avvenire per mezzo di un sistema che garantisca una lunghezza di non oltre 8 mm della dipanatura delle coppie del cavo attestato sulla presa;
- essere dotata di sportellino di chiusura a scatto.

Cavo di distribuzione orizzontale

Le connessioni tra ripartitori e PdL saranno eseguite per mezzo di cavo schermato FTP, 4 coppie twistate in filo di rame, categoria 6, guaina esterna in LSZH (a bassa emissione di fumi e zero alogeni) e fiamma ritardante secondo CEI EN 50266. Per garantire un buon margine operativo, il parametro ACR dovrà avere un valore di almeno 31 dB a 100 MHz e 19 dB a 200MHz.

ESECUZIONE E MANUTENZIONE DI IMPIANTI TECNOLOGICI

Nell'esecuzione di lavori in genere sugli impianti tecnologici, sia di realizzazione o trasformazione che di manutenzione, si dovrà operare nel pieno rispetto della DM 37/08 e di tutta la normativa tecnica di settore.

Pertanto, oltre ad impiegare materiali idonei, si dovranno rispettare tutti gli adempimenti procedurali e formali.

In particolare, gli interventi dovranno essere eseguiti da personale in possesso dei requisiti previsti dalla legge e comunque di adeguata competenza in rapporto all'impianto su cui si interviene.

Se, nel corso di esecuzione di interventi, la ditta esecutrice riscontrasse gravi anomalie di funzionamento degli impianti, ne dovrà dare immediata comunicazione all'Ufficio Tecnico, in modo da poter prendere subito gli opportuni provvedimenti.

CERTIFICAZIONE LAVORI (DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ)

Al termine di ogni lavoro per il quale è prescritta la dichiarazione di conformità e comunque entro **15 gg** dalla fine dello stesso, l'Appaltatore rilascia al Committente tale dichiarazione.

A tale dichiarazione dovrà essere allegata una **relazione descrittiva** dell'intervento svolto (indicante, tra l'altro, i materiali sostituiti o riparati) ed eventuali **schemi finali** degli impianti oggetto dell'intervento che la Direzione Lavori riterrà necessari.

In caso di rifacimento parziale o di ampliamento di impianti, la dichiarazione di conformità e il progetto si riferiscono alla sola parte degli impianti oggetto del rifacimento o dell'ampliamento. Nella dichiarazione di conformità dovrà essere espressamente indicata la compatibilità con gli impianti preesistenti.

La dichiarazione di conformità è resa su modelli predisposti con decreto del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, ai sensi dell'articolo 7 del d.P.R. 447/1991, sentiti l'UNI e il CEI.

Dopo ogni intervento di manutenzione e/o di controllo, la ditta appaltatrice dovrà annotare e controfirmare l'intervento svolto sull'apposito "Libretto di impianto" depositato presso l'Ufficio Tecnico.

QUALITÀ E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Generalità

Ai sensi dell'art. 2 della legge 18 ottobre 1977, dovrà essere utilizzato materiale elettrico esente da difetti qualitativi e di lavorazione e costruito a regola d'arte:

- ovvero che sullo stesso materiale sia stato apposto un marchio che ne attesti la conformità (per esempio IMQ);
- ovvero che abbia ottenuto il rilascio di un attestato di conformità da parte di uno degli organismi competenti per ciascuno degli stati membri della Comunità Economica Europea;
- ovvero che sia munito di dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore.

L'attestato di conformità alla norma si riferisce a un campione, mentre il marchio riguarda anche la produzione. Si ricorre alla relazione di conformità ai principi generali di sicurezza quando non esistono norme relative.

La conformità di un componente elettrico alla relativa norma può essere dichiarata dal costruttore in catalogo. In caso contrario, è necessaria una copia della documentazione specifica.

Quanto sopra vale anche per i materiali ricevuti in conto lavorazione, per i quali l'installatore diventa, volente o nolente, responsabile.

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

Tutti i materiali e gli apparecchi devono essere rispondenti alle relative norme CEI e alle tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistano.

Per i materiali la cui provenienza è prescritta dalle condizioni del presente Capitolato speciale, potranno pure essere richiesti i campioni.

Nella scelta dei materiali è raccomandata la preferenza ai prodotti nazionali o comunque a quelli dei Paesi della CE.

Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana.

Comandi (interruttori, deviatori, pulsanti e simili) e prese a spina

Sono da impiegarsi apparecchi da incasso modulari e componibili.

Gli interruttori devono avere portata di 16 A; negli edifici residenziali è ammesso l'uso di interruttori di portata di 10 A; le prese devono essere di sicurezza con alveoli schermati e far parte di una serie completa di apparecchi atti a realizzare impianti di segnalazione, impianti di distribuzione sonora negli ambienti ecc.

La serie deve consentire l'installazione di almeno 3 apparecchi interruttori nella scatola rettangolare normalizzata, mentre, per impianti esistenti, deve preferibilmente essere adatta anche al montaggio in scatola rotonda normalizzata.

I comandi e le prese devono eventualmente anche poter essere installati su scatole da parete con grado di protezione IP 40 e/o IP 55.

Apparecchi di comando in edifici a destinazione sociale

Nelle costruzioni a carattere collettivo-sociale aventi interesse amministrativo, culturale, giudiziario, economico e comunque in edifici in cui si svolgono attività comunitarie, le apparecchiature di comando devono essere installate a un'altezza massima di 0,90 m dal pavimento.

Devono essere inoltre facilmente individuabili e visibili anche in caso di illuminazione nulla (apparecchi con tasti fosforescenti): vedere D.P.R. n. 384 del 27 aprile 1978.

Prese di corrente

Le prese di corrente che alimentano utilizzatori elettrici con forte assorbimento (lavatrice, lavastoviglie, cucina ecc.) devono avere un proprio dispositivo di protezione di sovracorrente, interruttore bipolare con fusibile sulla fase o interruttore magnetotermico.

Apparecchiature modulari con modulo normalizzato

Le apparecchiature installate nei quadri di comando e negli armadi devono essere del tipo modulare e componibili con fissaggio a scatto su profilato preferibilmente normalizzato EN 50022 (norme CEI 17-18).

In particolare:

- a) gli interruttori automatici magnetotermici da 1 a 100 A devono essere modulari e componibili con potere di interruzione fino a 6.000 A, salvo casi particolari;
- b) tutte le apparecchiature necessarie per rendere efficiente e funzionale l'impianto (per esempio, trasformatori, suonerie, portafusibili, lampade di segnalazione, interruttori programmatori, prese di corrente CE ecc.) devono essere modulari e accoppiabili nello stesso quadro con gli interruttori automatici di cui al punto a);
- c) gli interruttori con relè differenziali fino a 80 A devono essere modulari e appartenere alla stessa serie di cui ai punti a) e b), nonché essere del tipo ad azione diretta;

d) gli interruttori magnetotermici differenziali tetrapolari con 3 poli protetti fino a 63 A devono essere modulari e dotati di un dispositivo che consenta la visualizzazione dell'avvenuto intervento e permetta preferibilmente di distinguere se detto intervento è provocato dalla protezione magnetotermica o dalla protezione differenziale. E' ammesso l'impiego di interruttori differenziali puri purché abbiano un potere di interruzione con dispositivo associato di almeno 4.500 A;

e) il potere di interruzione degli interruttori automatici deve essere garantito sia in caso di alimentazione dai morsetti superiori (alimentazione dall'alto) sia in caso di alimentazione dai morsetti inferiori (alimentazione dal basso).

Gli interruttori di cui alle lettere c) e d) devono essere conformi alle norme CEI 23-18 e interamente assiemati a cura del costruttore.

Interruttori automatici modulari con alto potere di interruzione

Qualora vengano usati interruttori modulari negli impianti elettrici che presentano correnti di c.c. elevate (fino a 30 KA), gli interruttori automatici magnetotermici fino a 63 A devono avere adeguato potere di interruzione in categoria di impiego P2 (norme CEI15-5 e art. 9.15 del presente capitolato).

Quadri di comando e distribuzione in lamiera

- I quadri di comando devono essere muniti di profilati per il fissaggio a scatto delle apparecchiature elettriche

Detti profilati devono essere rialzati dalla base per consentire il passaggio dei conduttori di cablaggio.

Gli apparecchi installati devono essere protetti da pannelli di chiusura preventivamente lavorati per far sporgere l'organo di manovra delle apparecchiature.

I quadri della serie devono essere costruiti in modo tale da poter essere installati da parete o da incasso, senza sportello, con sportello trasparente o in lamiera, con serratura a chiave, a seconda della decisione della direzione lavori.

Il grado di protezione minimo deve essere IP 30 e comunque adeguato all'ambiente.

I quadri di comando di grandi dimensioni e gli armadi di distribuzione devono appartenere a una serie di elementi componibili di larghezza e di profondità adeguate

Gli apparecchi installati devono essere protetti da pannelli di chiusura preventivamente lavorati per far sporgere l'organo di manovra delle apparecchiature e deve essere prevista la possibilità di individuare le funzioni svolte dalle apparecchiature.

Sugli armadi deve essere possibile montare porte trasparenti o cieche con serratura a chiave. Sia la struttura che le porte devono essere realizzate in modo da permettere il montaggio delle porte stesse con l'apertura destra o sinistra.

Il grado di protezione minimo deve essere IP 30.

Quadri di comando e di distribuzione in materiale isolante

Negli ambienti in cui l'Amministrazione appaltante lo ritiene opportuno, al posto dei quadri in lamiera, si dovranno installare quadri in materiale isolante.

Questi devono avere attitudine a non innescare l'incendio al verificarsi di un riscaldamento eccessivo secondo la tabella di cui all'art. 134.1.6 delle norme CEI 64-8, e comunque, qualora si tratti di quadri non incassati, devono avere una resistenza alla prova del filo incandescente (glow-fire) non inferiore a 650 °C.

I quadri devono essere composti da cassette isolanti, con piastra porta apparecchi estraibile per consentire il cablaggio degli apparecchi in officina, essere disponibili con grado di protezione adeguato all'ambiente di installazione e comunque non inferiore a IP 30, nel qual caso il portello deve avere apertura a 180 gradi.

Questi quadri devono consentire un'installazione del tipo a doppio isolamento.

ESECUZIONE DEI LAVORI

Modo di esecuzione e ordine dei lavori

Tutti i lavori devono essere eseguiti secondo le migliori regole dell'arte e le prescrizioni impartite al riguardo dalla direzione dei lavori, in modo che gli impianti rispondano perfettamente a tutte le condizioni stabilite nel presente Capitolato speciale e al progetto approvato.

L'esecuzione dei lavori deve essere coordinata secondo le prescrizioni della direzione dei lavori e le esigenze che possono sorgere dalla contemporanea esecuzione di tutte le altre opere affidate ad altre ditte.

La ditta appaltatrice è pienamente responsabile degli eventuali danni arrecati, per fatto proprio e dei propri dipendenti, alle opere dell'edificio e/o a terzi.

Salvo preventive prescrizioni dell'Amministrazione appaltante, la ditta appaltatrice ha facoltà di svolgere l'esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più opportuno per darli finiti nel termine contrattuale secondo le regole dell'arte.

La direzione dei lavori potrà, però, prescrivere un diverso ordine nell'esecuzione dei lavori, salvo la facoltà della ditta appaltatrice di far presenti le proprie osservazioni e riserve nei modi e nei termini prescritti.

Gestione dei lavori

Per quanto riguarda la gestione dei lavori, dalla consegna al collaudo, si farà riferimento alle disposizioni dettate al riguardo dal Regolamento per la direzione, contabilità e collaudo dei lavori dello Stato e dal Capitolato generale per gli appalti delle opere dipendenti dal Ministero dei lavori pubblici, vigenti all'atto dell'appalto.

ACCETTAZIONE DEGLI IMPIANTI

Tutti gli impianti presenti nell'appalto da realizzare e la loro messa in opera completa di ogni categoria o tipo di lavoro necessari alla perfetta installazione, saranno eseguiti nella totale osservanza delle prescrizioni progettuali, delle disposizioni impartite dalla Direzione dei Lavori, delle specifiche del presente capitolato o degli altri atti contrattuali, delle leggi, norme e regolamenti vigenti in materia.

Si richiamano espressamente tutte le prescrizioni, a riguardo, presenti nel Capitolato Generale, le norme UNI, CNR, CEI e tutta la normativa specifica in materia.

I disegni esecutivi riguardanti ogni tipo di impianto (ove di competenza dell'Appaltatore) dovranno essere consegnati alla Direzione dei Lavori almeno 60 giorni prima dell'inizio dei lavori relativi agli impianti indicati ed andranno corredati da relazioni tecnico-descrittive contenenti tutte le informazioni necessarie per un completo esame dei dati progettuali e delle caratteristiche sia delle singole parti che dell'impianto nel suo insieme.

L'Appaltatore è tenuto a presentare, contestualmente ai disegni esecutivi, un'adeguata campionatura delle parti costituenti l'impianto nei tipi di installazione richiesti ed una serie di certificati comprovanti origine e qualità dei materiali impiegati.

Tutte le forniture relative agli impianti non accettate ai sensi del precedente articolo, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti.

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

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

ACCETTAZIONE DEI MATERIALI

I materiali e le forniture da impiegare nelle opere da eseguire dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia ed inoltre corrispondere alla specifica normativa del presente capitolato o degli altri atti contrattuali.

Si richiamano peraltro, espressamente, le prescrizioni del Capitolato Generale, le norme UNI, CNR, CEI e le altre norme tecniche europee adottate dalla vigente legislazione.

A tale proposito si ricorda come con l'entrata in vigore della legge 109/94 e delle successive modifiche ed integrazioni introdotte, si sia avviato un processo di cambiamento che mira a promuovere la certificazione di qualità in tutti gli aspetti legati sia alla progettazione che alla realizzazione delle opere edili.

Sia nel caso di forniture legate ad installazione di impianti che nel caso di forniture di materiali d'uso più generale, l'Appaltatore dovrà presentare adeguate campionature prima dell'inizio dei lavori, ottenendo l'approvazione della Direzione dei Lavori.

Le caratteristiche dei vari materiali e forniture saranno definite nei modi seguenti:

- a) dalle prescrizioni generali del presente capitolato;
- b) dalle prescrizioni particolari riportate negli articoli seguenti;
- c) dalle eventuali descrizioni specifiche aggiunte come integrazioni o come allegati al presente capitolato;
- d) da disegni, dettagli esecutivi o relazioni tecniche allegati al progetto.

Resta comunque contrattualmente fissato che tutte le specificazioni o modifiche apportate nei modi suddetti fanno parte integrante del presente capitolato.

Salvo diversa indicazione, i materiali e le forniture proverranno da quelle località che l'Appaltatore riterrà di sua convenienza purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti.

L'Appaltatore è obbligato a prestarsi in qualsiasi momento ad eseguire o far eseguire presso il laboratorio o istituto indicato, tutte le prove prescritte dal presente capitolato o dalla Direzione dei Lavori sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti, sia prefabbricati che realizzati in opera e sulle forniture in genere.

Il prelievo dei campioni destinati alle verifiche qualitative dei materiali stessi, da eseguire secondo le norme tecniche vigenti, verrà effettuato in contraddittorio e sarà appositamente verbalizzato.

L'Appaltatore farà sì che tutti i materiali mantengano, durante il corso dei lavori, le stesse caratteristiche riconosciute ed accettate dalla Direzione dei Lavori.

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

Le forniture non accettate ad insindacabile giudizio dalla Direzione dei Lavori dovranno essere immediatamente allontanate dal cantiere a cura e spese dell'Appaltatore e sostituite con altre rispondenti ai requisiti richiesti.

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

ABILITAZIONE DELLE IMPRESE ARTIGIANE

Il committente o il proprietario è tenuto ad affidare i lavori di installazione, di trasformazione, di ampliamento e di manutenzione degli impianti di cui all'articoli 5 e 6 del Decreto 37/2008 ad imprese abilitate ai sensi dell'articolo 4 dello stesso.

Le imprese artigiane sono abilitate all'esercizio delle attività di installazione, di trasformazione, di ampliamento e/o di manutenzione degli impianti di cui all'art. 1 della l. 46/1990, se il titolare o uno dei soci o il familiare collaboratore è in possesso di uno dei seguenti requisiti:

a) laurea in materia tecnica specifica conseguita presso una università statale o legalmente riconosciuta;

b) diploma di scuola secondaria superiore conseguito presso un istituto statale o legalmente riconosciuto, con specializzazione relativa al settore delle attività di cui al Decreto 37/2008, seguito da un periodo di inserimento di almeno un anno continuativo, con rapporto di lavoro subordinato o altra forma di collaborazione tecnica continuativa nell'ambito di un'impresa del settore;

c) prestazione lavorativa alle dirette dipendenze di un'impresa del settore, per un periodo non inferiore a tre anni, anche non continuativi, nell'ultimo decennio, in qualità di operaio installatore con qualifica di specializzato nelle attività di installazione, di trasformazione, di ampliamento e/o di manutenzione degli impianti di cui all'art. 1 del Decreto 37/2008;

d) iscrizione all'albo delle imprese artigiane, per un periodo non inferiore a tre anni, nell'ultimo decennio, in qualità di titolare, di socio o di collaboratore familiare di impresa esercente l'attività di installazione, di trasformazione, di ampliamento e/o di manutenzione degli impianti di cui all'art. 1 del Decreto 37/2008.

L'imprenditore sprovvisto di uno dei requisiti indicati nell'elenco di cui sopra può proporre all'esercizio delle attività di cui al medesimo elenco un responsabile tecnico in possesso di uno di tali requisiti.

Le imprese artigiane, abilitate ai sensi della normativa vigente, che intendono esercitare alcune o tutte le attività di installazione, ampliamento, trasformazione e manutenzione degli impianti di cui all'art. 1 del Decreto 37/2008, presentano alla Commissione regionale per l'artigianato, ai sensi dell'art. 19 della legge 7 agosto 1990, n. 241 (Nuove norme in materia di procedimento amministrativo e di diritto di accesso ai documenti amministrativi), come modificato dall'art. 2, comma 10, della legge 24 dicembre 1993, n. 537, unitamente alla domanda di iscrizione all'albo regionale delle imprese artigiane, denuncia di inizio delle attività stesse indicando, con riferimento alle lettere del medesimo art. 1 della l. 46/1990 e alle relative voci, quali esse effettivamente siano e la documentazione attestante che il titolare, o uno dei soci o il collaboratore familiare o il responsabile tecnico preposto all'esercizio delle attività, è in possesso di uno dei requisiti tecnico-professionali di cui al comma 1.

Le imprese artigiane alle quali siano stati riconosciuti i requisiti tecnico-professionali hanno diritto ad un certificato di riconoscimento secondo modelli approvati con decreto del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato. Il certificato è rilasciato dalla Commissione regionale per l'artigianato, che svolge anche le attività di verifica di cui all'art. 19 della l. 241/1990, come modificato dall'art. 2, comma 10, della l. 537/1993.

Gli impianti citofonici, telefonici, a temporizzatore, nonché l'installazione di ogni altra apparecchiatura elettrica accessoria agli impianti termici, di sollevamento di persone o di cose e di antincendio sono compresi tra gli impianti di cui all'art. 1, comma 2, del Decreto 37/2008.

OPERE PROVVISORIALI – NOLEGGI E TRASPORTI

Le opere provvisorie, gli apprestamenti e le attrezzature atti a garantire, per tutta la durata dei lavori, la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori sono oggetto di specifico capitolato.

Le principali norme riguardanti i ponteggi e le impalcature, i ponteggi metallici fissi, i ponteggi mobili, ecc., sono contenute nel titolo IV e seguenti del Decreto legislativo 9 aprile 2008, numero 81.

I noli devono essere espressamente richiesti, con ordine di servizio, dalla Direzione dei Lavori e sono retribuibili solo se non sono compresi nei prezzi delle opere e/o delle prestazioni.

Le macchine ed attrezzi dati a noleggio devono essere in perfetto stato di esercizio ed essere provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro funzionamento.

Sono a carico esclusivo dell'Impresa la manutenzione degli attrezzi e delle macchine affinché siano in costante efficienza.

Il nolo si considera per il solo tempo effettivo, ad ora o a giornata di otto ore, dal momento in cui l'oggetto noleggiato viene messo a disposizione del committente, fino al momento in cui il nolo giunge al termine del periodo per cui è stato richiesto.

Nel prezzo sono compresi: i trasporti dal luogo di provenienza al cantiere e viceversa, il montaggio e lo smontaggio, la manodopera, i combustibili, i lubrificanti, i materiali di consumo, l'energia elettrica, lo sfrido e tutto quanto occorre per il funzionamento dei mezzi.

I prezzi dei noli comprendono le spese generali e l'utile dell'imprenditore.

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

Il trasporto è compensato a metro cubo o a peso del materiale trasportato, oppure come nolo orario di automezzo funzionante.

Se la dimensione del materiale da trasportare è inferiore alla portata utile dell'automezzo richiesto a nolo, non si prevedono riduzioni di prezzo.

Nei prezzi di trasporto è compresa la fornitura dei materiali di consumo e la manodopera del conducente.

Per le norme riguardanti il trasporto dei materiali si veda il D.Lgs. 9 aprile 2008, numero 81.

Manuali IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI

All'ultimazione degli impianti elettrici e speciali, la ditta esecutrice delle opere è tenuta a fornire, in lingua italiana, la documentazione esecutiva degli impianti, le certificazioni di corretta installazione (dichiarazioni di conformità e relativi allegati), i manuali di gestione, uso e manutenzione corredati delle istruzioni d'uso delle apparecchiature installate con i relativi schemi elettrici e/o disegni del Costruttore.

Si ricorda che tutti i documenti di certificazione delle Case Costruttrici delle apparecchiature (es. libretti di istruzione, certificazioni, ecc.) dovranno essere fornite all'ultimazione dei lavori.

Art. 53. PRINCIPALI NORMATIVE INERENTI IL TRATTAMENTO DELL'AMIANTO

Per i lavori che comportano la bonifica da amianto, nell'andamento dei lavori dovranno essere rispettate le seguenti normative:

Legge 27.03.1992 n. 257

Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto.

Circolare 17.02.93

Censimento imprese.

Legge 04.08.93 n.271

Disposizioni urgenti per i lavoratori settore amianto.

DPR 13.04.94 n.336

Regolamento recante le nuove tabelle delle malattie professionali nell'industria e nell'agricoltura.

DPR 08.08.94

Atto di indirizzo e coordinamento alle regioni e alle provincie autonome di Trento e Bolzano per l'adozione di piani di protezione, di decontaminazione, di smaltimento e di bonifica dell'ambiente, ai fini della difesa dai pericoli derivanti dall'amianto.

D.M. 06.09.94

Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3 e dell'art. 12 comma 2 della legge 27-3-92, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto Circolare Min. Sanità 12.04.95 n. 7 Circolare esplicativa del d.m. 6-9-94.

D.M. 28.03.95 n.202

Regolamento recante modalità e termini per la presentazione delle domande di finanziamento a valere sul fondo speciale per la riconversione delle produzioni di amianto, previsto dalla legge 27-3-92 n. 257, concernente norme relative alla dismissione dell'amianto.

D.L.vo 17.03.95 n.114

Attuazione della direttiva 87/217/cee in materia di prevenzione e riduzione dell'inquinamento dell'ambiente causato dall'amianto.

D.M. 26.10.95

Normative e metodologie tecniche per la valutazione del rischio, il controllo, la manutenzione e la bonifica dei materiali contenenti amianto presenti nei mezzi rotabili.

DPCM 16.11.95

Ex art. 16 contributi alle regioni per piani regionali fondo 1994 Normative e metodologie tecniche per la valutazione del rischio, il controllo e la bonifica di siti industriali dismessi. Criteri per la manutenzione e l'uso di unità prefabbricate contenenti amianto.

D.M. 14.05.96

Criteri per la manutenzione e l'uso di tubazioni e cassoni di cemento amianto destinati al trasporto e/o al deposito di acqua potabile e non Criteri relativi alla classificazione e all'utilizzo delle pietre verdi in funzione del loro contenuto di amianto Requisiti minimi dei laboratori pubblici e privati che intendono effettuare attività analitiche sull'amianto.

D.M. 12.02.97

Criteri per l'omologazione dei materiali sostitutivi dell'amianto

D.M.0 7.07.97

Approvazione della scheda di partecipazione al programma di controllo di qualità per l'idoneità dei laboratori di analisi che operano nel settore "amianto" .

Art. 5/1 lettera c della L. 257/92

Disciplinari tecnici sulle modalità per il trasporto e il deposito dei rifiuti di amianto nonché sul trattamento l'imballaggio la ricopertura dei rifiuti medesimi nelle discariche autorizzate ai sensi del dpr 10/9/82 n. 915 e successive modificazioni e integrazioni.

D.M. 26.03.98

Elenco contenente i nomi delle imprese e dei materiali sostitutivi dell'amianto che hanno ottenuto l'omologazione

Legge 09.12.98 n. 426

Nuovi interventi in campo ambientale

D.M. 20.08.99

Normative e metodologie tecniche per la valutazione del rischio, il controllo, la manutenzione e la bonifica di materiali contenenti amianto presenti a bordo di navi o unità equiparate. Prodotti incapsulanti per la bonifica di manufatti in cemento-amianto requisiti di efficacia tecnica e specifiche di impiego. Criteri di scelta dei dispositivi di protezione individuali per le vie respiratorie.

Legge.23.03.01 n.93

Disposizioni in campo ambientale Art. 20 "Censimento dell'amianto e interventi di bonifica".

D.M. 25.07.01

Rettifica al decreto 20 agosto 1999.

D.M. 18.09.01

Regolamento recante: “programma nazionale di bonifica e ripristino ambientale”.

Nonché ogni altra legge o normativa vigente applicabile ed ogni altra disposizione impartita dalla competente ASL.

Per la rimozione dell'amianto l'appaltatore dovrà presentare ai competenti organi di controllo il Piano di Lavoro ex artt. 250 e 256 Dlgs 81/2008. Restano a suo carico ogni modifica ed integrazione dello stesso, fino alla sua finale approvazione da parte dell'Asl competente.

L'appaltatore, provvederà all'organizzazione del cantiere, installando le attrezzature ed i dispositivi previsti dalla vigente normativa e dal Piano di lavoro approvato.