# COMUNE DI
# MERCATO SAN SEVERINO
## PROVINCIA DI SALERNO

Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU

| aggiornamento n° | data | descrizione dell'aggiornamento | disegnato | verificato | visto |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 25 Maggio 2023 | Approvazione PFTE giusta Delibera di Giunta Comunale n. 131 | MST | PTF | CRG |
| 01 | 1 Giugno 2023 | Consegna Progetto Definitivo | MST | PTF | CRG |

**PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR)**

Missione 5 Inclusione e Coesione - Componente 2 Infrastrutture sociali, famiglie, comunità e terzo settore - Investimento 2.1 Rigenerazione urbana

# PROGETTO DEFINITIVO

**Art. 23 D. Lgs. 50/2016 - Art. 24 D.P.R. 207/2010**

Armonizzato alle "Linee guida per la redazione del del progetto di fattibilità tecnica ed economica da porre a base dell'affidamento dei contratti pubblici di lavori del PNRR e del PNC" (Art. 48, comma 7, del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, convertito nella legge 29 luglio 2021, n. 108).

OGGETTO

# Riqualificazione Piazza XX Settembre

CUP J17H21001280001

| | | |
|---|---|---|
| A.2 | DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI<br>*(Art. 30 del DPR 207/2010)*<br><br>A. Elaborati tecnici generali | |

ORDINE DEGLI INGEGNERI PROVINCIA DI SALERNO
INGEGNERE ANTONIO MASTURZO
Albo N. 4655

| | |
|---|---|
| data<br>1 GIUGNO 2023 | Progettista:<br>Ing. Antonio Masturzo |
| Committente:<br>COMUNE DI MERCATO SAN SEVERINO | Il Responsabile Unico del Progetto:<br>Ufficio Tecnico Comunale:<br>Arch. Antonio D'Amico |

Progetto redatto con tecnologia BIM mediante software Autodesk AutoCAD LT 2023 e Revit LT 2023. Lic: info4w***

**DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE DEGLI ELEMENTI TECNICI COSTITUTIVI DELL'ESECUZIONE DI OPERE DI RIQUALIFICAZIONE PIAZZA XX SETTEMBRE NEL COMUNE DI MERCATO SAN SEVERINO (SA)**

**SOMMARIO**

**CAPO I - QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI ..... 1**
**Art.1 – Materiali in genere ..... 1**
**Art.2 – Norme di riferimento ..... 1**
**Art.3 – Modalità di prova, controllo e collaudo ..... 1**
**Art.4 – Materiali naturali e di cava ..... 2**
**Art.5 – Calci, pozzolane, leganti idraulici, leganti idraulici speciali e leganti sintetici. Modalità di fornitura e di conservazione ..... 5**
**Leganti tradizionali ..... 5**
**Leganti idraulici speciali ..... 6**
**Leganti sintetici ..... 7**
**Art.6 – Laterizi ..... 10**
**Art.7 – Materiali ferrosi e metalli vari ..... 12**
**Art.8 – Materiali per pavimentazioni e rivestimenti ..... 14**
**Art.9 – Materiali e componenti di partizioni interne ..... 16**
**Art.10 – Colori e vernici ..... 17**
**Art.11 – Materiali diversi ..... 20**
**Art.12 – Additivi ..... 21**
**Art.13 – Fibre e tessuti sintetici – Materiali compositi ..... 24**
**Art.14 – Prodotti per coperture ..... 28**
**Art.15 – Sostanze impregnanti – Generalità ..... 36**
**Art.16 – Impregnanti contro la formazione di efflorescenze saline ..... 37**
**Art.17 – Impregnanti ad effetto consolidante ..... 37**
**Art.18 – Materiali per impianti elettrici ..... 39**
**Art.19 – Materiali per impianti idrici ..... 42**
**CAPO II - INDAGINI E PROVE DI LABORATORIO ..... 44**
**Art.20 – Indagini atte ad approfondire la conoscenza sulle stratificazioni dell'edificio e sulle caratteristiche costruttive anche di interventi pregressi ..... 44**

**Art.21 – Caratterizzazione chimico-fisico-mineralogica del materiale costruttivo (lapidei, malte, laterizi, ecc.) ..... 47**
**Art.22 – Rilevamento delle alterazioni dovute a presenza di umidità ..... 49**
**Art.23 – Indagini preliminari ai trattamenti protettivi e consolidanti ed indagini volte alla verifica dell'efficacia dell'intervento effettuato ..... 53**
**Art.24 – Indagini sulle caratteristiche dei terreni e delle fondazioni ..... 58**
**CAPO III - MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI ..... 64**
**Art.25 – Demolizioni e rimozioni ..... 64**
**Art.30 – Demolizioni di volte, di solai e di coperture ..... 64**
**Art.26 – Scavi – Generalità ..... 65**
**Art.27 – Scavi di sbancamento ..... 66**
**Art.28 – Scavi di fondazione ..... 66**
**Art.29 – Scavi di accertamento e di ricognizione ..... 67**
**Art.30 – Rilevati e rinterri ..... 68**
**Art.31 – Paratie e casseri ..... 68**
**Art.32 – Ponteggi ..... 69**
**Art.33 – Opere provvisionali ..... 73**
**Art.34 – Malte e conglomerati ..... 75**
**Art.35 – Malte - Qualità e composizione ..... 75**
**Art.36 – Malte additivate ..... 78**
**Art.37 – Malte preconfezionate ..... 80**
**Art.38 – Conglomerati di resina sintetica ..... 81**
**Art.39 – Consolidamento delle strutture fondali – Generalità ..... 82**
**Art.40– Consolidamento mediante sottofondazioni ..... 84**
**Art.41– Costruzione di murature – Generalità ..... 86**
**Art.42 – Murature di mattoni ..... 89**
**Art.43 – Pareti di una testa ed un foglio con mattoni pieni e forati ..... 90**
**Art.44 – Tagli della muratura con seghe ..... 90**
**Art.45 – Tagli della muratura con carotatrici ..... 91**
**Art.46– Restauro dei solai e delle coperture – Sostituzioni e collegamenti ..... 91**
**Art.47 – Consolidamento di travi e pilastri mediante rinforzo con elementi metallici ..... 94**
**CAPO V - OPERE VARIE ..... 95**

**Art.49 – Rivestimento di pareti ..... 99**
**Art.50 – Opere in marmo, pietre naturali ed artificiali ..... 100**
**Art.51 – Intonaci ..... 102**
**Art.52 – Opere da carpentiere ..... 104**
**Art.53 – Opere in ferro – Norme generali e particolari ..... 104**
**Art.54 – Metodi pulitura di elementi metallici ..... 106**
**Art.55 – Protezione degli elementi metallici ..... 108**
**Art.56 – Opere da vetraio ..... 109**
**Art.57 – Tubazioni e canali di gronda ..... 110**
**Art.58 – Opere da pittore – Norme generali ..... 113**
**CAPO VI – IMPIANTI ..... 114**
**Art.59 – Impianti elettrici – Generalità ..... 114**
**DISPOSIZIONI RELATIVE ALL'INSTALLAZIONE ..... 115**
**Art.60 – Impianti idrici – Generalità ..... 117**
**Art.61 – Impianti di scarico delle acque reflue ..... 119**
**Art.67 – Impianti di scarico delle acque meteoriche ..... 123**
**Art.62 – Barriere architettoniche ..... 124**
**Art.63 – Definizione delle controversie ..... 125**

## CAPO I - QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

### Art.1 – Materiali in genere

I materiali occorrenti per la realizzazione dei lavori saranno prodotti nella località che l'appaltatore riterrà di sua convenienza purché, ad insindacabile giudizio della direzione dei lavori (in seguito nominata D.L.) e degli organi di controllo preposti, siano riconosciuti nella migliore qualità ed il più possibile compatibili con i materiali preesistenti in modo da non interferire negativamente con le proprietà fisiche, chimiche e meccaniche dei manufatti da risanare.
L'appaltatore sarà obbligato, in qualsiasi momento, ad eseguire o a fare compiere, presso gli stabilimenti di produzione o laboratori ed istituti autorizzati, tutte le prove prescritte dal presente disciplinare e/o stabilite dalla D.L. sui materiali impiegati o da impiegarsi (sia che questi siano preconfezionati o formati nel corso dei lavori o preesistenti) ed, in genere, su tutte le forniture previste dall'appalto.
I materiali non accettati dalla D.L., in quanto a suo insindacabile giudizio non riconosciuti idonei, dovranno essere rimossi immediatamente dal cantiere, a cura ed a spese dell'appaltatore, e sostituiti con altri rispondenti ai requisiti richiesti. L'appaltatore resta comunque responsabile per quanto concerne la qualità dei materiali forniti. Infatti, questi ultimi, anche se ritenuti idonei dalla D.L., dovranno essere accettati dall'amministrazione in sede di collaudo finale.

### Art.2 – Norme di riferimento

I materiali da impiegare nella realizzazione delle opere dovranno rispondere alle prescrizioni contrattuali ed in particolare alle indicazioni del progetto definitivo; devono possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e dalle norme UNI vigenti in materia, anche se non espressamente richiamate nel presente disciplinare. In assenza di nuove ed aggiornate norme, il direttore dei lavori potrà riferirsi alle norme ritirate o sostitutive. 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 lavori, ne sia riconosciuta l'idoneità e la rispondenza ai requisiti prescritti dagli accordi contrattuali.

### Art.3 – Modalità di prova, controllo e collaudo

L'appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire o a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli Istituti autorizzati, tutte le prove scritte dal presente disciplinare o dalla direzione dei lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti realizzati in opera e sulle forniture in generale. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme regolamentari e conformemente a quanto prescritto dalle norme UNI vigenti, anche nel caso che le modalità di prova, controllo e collaudo non siano specificamente richiamate nel presente disciplinare. Il prelievo verrà effettuato in contraddittorio con l'impresa sulla base della redazione del verbale di prelievo.

**Art.4 – Materiali naturali e di cava**

*Acqua* – Oltre ad essere dolce e limpida, dovrà, anche avere, un pH neutro ed una durezza non superiore al 2%. In ogni caso non dovrà presentare tracce di sali (in particolare solfati di magnesio o di calcio, cloruri, nitrati in concentrazione superiore allo 0,5%), di sostanze chimiche attive o di inquinanti organici o inorganici.
Tutte le acque naturali limpide (con la sola esclusione dell'acqua di mare) potranno essere usate per le lavorazioni. Le acque, invece, che provengono dagli scarichi industriali o civili, in quanto contengono sostanze (zuccheri, oli grassi, acidi, basi) capaci d'influenzare negativamente la durabilità dei lavori, dovranno essere vietate per qualsiasi tipo di utilizzo.
Per quanto riguarda le acque torbide, le sostanze in sospensione non dovranno superare il limite di 2 gr/lt.
*Acqua per lavori di pulitura* – Oltre ad essere dolce e limpida ed avere, un pH neutro e la durezza non superiore al 2%, dovrà essere preventivamente trattata con appositi apparecchi deionizzatori dotati di filtri a base di resine scambiatrici di ioni.
*Sabbia* – La sabbia naturale o artificiale da miscelare alle malte (minerali o sintetiche) sia essa silicea, quarzosa, granitica o calcarea, dovrà essere priva non solo delle sostanze inquinanti ma dovrà possedere anche una granulometria omogenea (setaccio 2 UNI 2332) e provenire da rocce con resistenze meccaniche adeguate allo specifico uso. La sabbia, all'occorrenza, dovrà essere lavata al fine di eliminare qualsiasi sostanza inquinante e nociva.

*Sabbia per murature ed intonaci* – Dovrà essere costituita da grani di dimensioni tali da passare attraverso un setaccio con maglie circolari dal diametro di mm 2 per murature in genere e dal diametro di mm 1 per intonaci e murature di para- mento o in pietra da taglio (setaccio 2-1 **UNI 2332**).
*Sabbie per conglomerati* – Dovranno corrispondere a requisiti del D.M. 03.06.1968, all. 1 punto 2 e al D.M. 27.07.1985. I grani dovranno avere uno spessore compreso tra 0, 1 e 5 mm (**UNI 2332** ed essere adeguati alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera (**UNI 85230**).
Per il confezionamento di calcestruzzi e di malte potranno essere usati sia materiali lapidei con massa volumica compre- sa fra i valori di 2.100 e 2.990 kg/mc sia aggregati leggeri aventi massa volumica inferiore a 1.700 kg/mc. Sarà assoluta- mente vietato l'uso di sabbie marine.
*Sabbie, inerti e cariche per resine* – Dovranno possedere i requisiti richiesti dai produttori di resine o dalla D.L.; la granulometria dovrà essere adeguata alla destinazione e al tipo di lavorazione. Sarà assolutamente vietato l'utilizzo di sabbie marine o di cava che presentino apprezzabili tracce di sostanze chimiche attive. I rinforzanti da impiegare per la formazione di betoncini di resina dovranno avere un tasso di umidità in peso non superiore allo 0,09% ed un contenuto nullo d'impurità o di sostanze inquinanti; in particolare, salvo diverse istruzioni impartite dalla D.L., le miscele secche di sabbie silicee o di quarzo dovranno essere costituite da granuli puri del diametro di circa 0,10-0,30 mm per un 25%, di 0,50-1,00 mm per un 30% e di 1,00-2,00 mm per il restante 45%.
*Polveri* – (silice ventilata, silice micronizzata) dovranno possedere grani del diametro di circa 50-80

micron e saranno aggiunte, ove prescritto alla miscela secca di sabbie in un quantitativo di circa il 10-15% in peso. In alcune applicazioni potranno essere usate fibre di vetro sia del tipo tessuto che non tessuto, e fiocchi di nylon. In particolare, la D.L. e gli organi preposti dovranno stabilire le caratteristiche tecniche dei rinforzanti, dei riempitivi, degli addensanti e di tutti gli altri agenti modificatori per resine in base all'impiego ed alla destinazione.

*Ghiaia e pietrisco* – Le ghiaie, prodotte dalla frantumazione naturale delle rocce o di materiali analoghi ottenuti per frantumazione artificiale di ciottoli o blocchi di roccia, dovranno avere i seguenti requisiti:

- buona resistenza alla compressione;
- bassa porosità in modo che sia assicurato un basso coefficiente di imbibizione;
- assenza dei composti idrosolubili (es. gesso);
- assenza di sostanze polverose, argillose o di terreno organico in quanto tali materiali impediscono agli impasti di calce e cemento di aderire alla superficie degli aggregati inerti.

Per il controllo granulometrico sarà obbligo dell'appaltatore approvvigionare emettere a disposizione della D.L. i crivelli UNI 2334.

*Ghiaia e pietrisco per conglomerati cementizi* – La dimensione dei granuli degli aggregati dovrà essere prescritta dalla D.L. in base alla destinazione d'uso e alle modalità d'applicazione. Le loro caratteristiche tecniche dovranno essere quelle stabilite dal D.M. 27.07.1985, All. 1, punto 2 e dalle seguenti norme UNI:

**UNI 8520-1:1999 – 30/06/1999** – *Aggregati per confezione di calcestruzzi – Definizione, classificazione e caratteristiche*.

**UNI 8520-2:1997 – 31/05/1997** – *Aggregati per confezione di calcestruzzi – Requisiti.*

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

**UNI 8520-22:1999 – 30/06/1999** – *Aggregati per confezione calcestruzzi – Determinazione della potenziale reattività degli aggregati in presenza di alcali.*

**UNI 8520-8:1999 – 30/06/1999** – *Aggregati per confezione di calcestruzzi – Determinazione del contenuto di grumi di argilla e particelle friabili.*

**UNI SPERIMENTALE 8520-17:1984 – 30/11/1984** – *Aggregati per confezione di calcestruzzi. Determinazione della resistenza a compressione degli aggregati grossi.*

**UNI SPERIMENTALE 8520-7:1984 – 01/11/1984** – *Aggregati per confezione calcestruzzi. Determinazione del passante allo staccio 0,075 UNI 2332.*

*Pomice, argilla espansa ed altri inerti leggeri* – Dovranno possedere la granulometria prescritta dagli elaborati di progetto, essere asciutti ed esenti da alterazioni, polveri, sostanze organiche e materiali estranei (**UNI SPERIMENTALE 7549-1:1976 – 01/06/1976** – Aggregati leggeri. Definizione, classificazione e pezzatura). Se utilizzati per miscele strutturali dovranno possedere resistenza meccanica intorno ai valori di 15 N/mmq.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

**UNI SPERIMENTALE 7549-10:1976 – 01/06/1976** – *Aggregati leggeri. Determinazione della resistenza al gelo*.

**UNI SPERIMENTALE 7549-11:1976 – 01/06/1976** – *Aggregati leggeri. Determinazione della stabilità al trattamento a vapore.*
**UNI SPERIMENTALE 7549-12:1976 – 01/06/1976** – *Aggregati leggeri. Valutazione delle proprietà mediante prove su calcestruzzo convenzionale.*
**UNI SPERIMENTALE 7549-3:1976 – 01/06/1976** – *Aggregati leggeri. Analisi granulometrica.*
**UNI SPERIMENTALE 7549-4:1976 – 01/06/1976** – *Aggregati leggeri. Determinazione della massa volumica del materiale in mucchio.*
**UNI SPERIMENTALE 7549-5:1976 – 01/06/1976** – *Aggregati leggeri. Determinazione della massa volumica media del granulo.*
**UNI SPERIMENTALE 7549-6:1976 – 01/06/1976** – *Aggregati leggeri. Determinazione del coefficiente di imbibizione.*
**UNI SPERIMENTALE 7549-7:1976 – 01/06/1976** – *Aggregati leggeri. Determinazione della resistenza dei granuli allo schiacciamento.*
**UNI SPERIMENTALE 7549-8:1976 – 01/06/1976** – *Aggregati leggeri. Determinazione del potere macchiante.*
**UNI SPERIMENTALE 7549-9:1976 – 01/06/1976** – *Aggregati leggeri. Determinazione della perdita al fuoco.*
*Pietre naturali e marmi* – Le pietre naturali da impiegare per la muratura o per qualsiasi altro lavoro dovranno essere di grana compatta ed esenti da piani di sfaldamento, screpolature, venature ed inclusioni di sostanze estranee; inoltre, dovranno avere dimensioni adatte al particolare tipo di impiego, offrire una resistenza proporzionata all'entità delle sollecitazioni cui dovranno essere sottoposte e possedere un'efficace capacità di adesione alle malte. Il carico di sicurezza a compressione non dovrà mai superare il 20% del rispettivo carico di rottura. Saranno escluse, salvo specifiche prescrizioni, le pietre gessose ed in generale tutte quelle che potrebbero subire alterazioni per l'azione degli agenti atmosferici o dell'acqua corrente. La materia riguardante le pietre naturali è disciplinata dal R.D. del 16.11.1939 n. 2232 (G.U. n. 92/1940).
*Pietre da taglio* – Oltre a possedere i requisiti delle pietre naturali, dovranno essere sonore alla percussione, prive di fenditure e litoclasi e possedere una perfetta lavorabilità.
Per le opere a "faccia a vista" sarà vietato l'impiego di materiali con venature disomogenee o, in genere, di brecce. Inoltre dovranno avere buona resistenza a compressione, resistenza a flessione, tenacità (resistenza agli urti), capacità di resistenza agli agenti atmosferici e alle sostanze inquinanti, lavorabilità (attitudine ad essere trasformate in blocchi squadrati, in lastre, colonne, capitelli, cornici) e lucidabilità.
*Lastre per tetti, per cornicioni e simili* – Saranno preferibilmente costituite da rocce impermeabili (poco porose), durevoli ed inattaccabili al gelo, che si possano facilmente trasformare in lastre sottili (scisti, lavagne).
*Lastre per interni* – Dovranno essere costituite preferibilmente da pietre perfette, lavorabili, trasformabili in lastre lucidabili, tenaci e resistenti all'usura. Per il pezzame a bollettonato si dovrà valutare il coefficiente di usura secondo l'art.5 del R.D. 2234 del 16.11.1939.
*Marmi* – Dovranno essere della migliore qualità, privi di scaglie, brecce, vene, spaccature, nodi o

altri difetti che li renderebbero fragili e poco omogenei. Non saranno tollerate stuccature, tasselli, rotture e scheggiature.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

**UNI 9724-2:1990 – 31/07/1990** – *Materiali lapidei. Determinazione della massa volumica apparente e del coefficiente di imbibizione.*

**UNI 9724-4:1990 – 31/07/1990** – *Materiali lapidei. Confezionamento sezioni sottili e lucide.*

**UNI 9724-6:1990 – 31/10/1990** – *Materiali lapidei. Determinazione della microdurezza Knoop.*

**UNI 9724-8:1992 – 31/01/1992** – *Materiali lapidei. Determinazione del modulo elastico semplice (monoassiale).*

**Art.5 – Calci, pozzolane, leganti idraulici, leganti idraulici speciali e leganti sintetici. Modalità di fornitura e di conservazione**

L'approvvigionamento dei leganti potrà essere effettuato sia ricorrendo al prodotto sfuso che a quello confezionato in sacchi sigillati su cui dovranno essere chiaramente indicati il peso, la qualità del legante, lo stabilimento di produzione, la quantità di acqua occorrente per il confezionamento di una malta normale e le resistenze minime a trazione ed a compressione dopo 28 gg. di stagionatura dei provini. L'introduzione in cantiere di ogni partita di cemento sfuso dovrà essere annotata sul giornale dei lavori o sul registro dei getti; la conservazione dei leganti dovrà essere effettuata in locali asciutti e su tavolati in legname approntati a cura dell'appaltatore; lo stoccaggio sarà, preferibilmente, effettuato in adeguati "silos".

**Leganti tradizionali**

*Calci aeree* – Le calci, ottenute dalla cottura di calcare, dovranno possedere caratteristiche d'impiego richieste dal R.D.
n. 2231 del 1939 (G.U. 18.04.1940) che prende in considerazione i seguenti tipi di calce (**UNI 10319:1994 – 28/02/1994** – Calci aeree. Terminologia):

- calce grassa in zolle, cioè calce viva in pezzi, con contenuto di ossidi di calcio e magnesio 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 degli idrossidi di calcio magnesio non è inferiore al 91%; calce idrata da costruzione quando il contenuto minimo degli idrossidi non è inferiore all'82%. In entrambi i tipi di calce idrata il contenuto massimo di carbonati e d'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 ed 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. Quest'ultima dovrà essere confezionata con idonei imballaggi e conservata in locali ben asciutti.

Nelle confezioni dovranno essere ben visibili le indicazioni del produttore, il peso del prodotto e la specifica, se trattasi di fiore di calce o di calce idrata da costruzione.

*Leganti idraulici* – I cementi e le calci idrauliche dovranno possedere le caratteristiche d'impiego stabilite dalla legge n. 595 del 26 maggio 1965 e del D.M. del 31 agosto 1972; invece, le norme relative all'accettazione e le modalità d'esecuzione delle prove d'idoneità e collaudo saranno regolate dal successivo D.M. del 3 giugno 1968 e dal D.M. 20.11.1984.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

**UNI EN 196-1:1996 – 30/09/1996** – *Metodi di prova dei cementi. Determinazione delle resistenze meccaniche.*

**UNI EN 196-21:1991 – 31/07/1991** – *Metodi di prova dei cementi. Determinazione del contenuto di cloruri, anidride carbonica e alcali nel cemento.*

**UNI EN 196-2:1996 – 30/09/1996** – *Metodi di prova dei cementi. Analisi chimica dei cementi.*

**UNI EN 196-3:1996 – 30/09/1996** – *Metodi di prova dei cementi. Determinazione del tempo di presa e della stabilità.*

**UNI EN 196-5:1996 – 30/09/1996** – *Metodi di prova dei cementi. Prova di pozzolanicità dei cementi pozzolanici.*

**UNI EN 196-6:1991 – 31/07/1991** – *Metodi di prova dei cementi. Determinazione della finezza.*

**UNI EN 196-7:1991 – 31/07/1991** – *Metodi di prova dei cementi. Metodi di prelievo e di campionatura del cemento.*

**UNI EN 413-2:1996 – 31/10/1996** – *Cemento da muratura. Metodi di prova.*

**UNI ENV 413-1:1996 – 31/10/1996** – *Cemento da muratura. Specifica.*

*Pozzolane* – Per quanto concerne le norme per l'accettazione delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico si farà riferimento al R.D. 16.11.1939, n. 2230.

*Gessi per l'edilizia* – I gessi per l'edilizia, distinti in base alla loro destinazione (per muri, intonaci, pavimenti, ecc.) in base alla **UNI 6782**, avranno le caratteristiche fisiche (granulometria, resistenza) e chimiche (tenore solfato di calcio, con- tenuto d'impurità) fissate dalla norma **UNI 8377**. I gessi dovranno essere approvvigionati in sacchi sigillati riportanti il nominativo del produttore e la qualità del gesso contenuto. L'immagazzinaggio dovrà essere effettuato con tutti gli accorgimenti atti ad evitare il degrado per umidità.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

**UNI 8377:1982 – 31/12/1982** – *Leganti a base di solfato di calcio per edilizia. Gessi per intonaco (scagliola). Requisiti e prove.*

**Leganti idraulici speciali**

*Cementi a presa rapida* – Dovranno rispondere alle soprindicate norme sui cementi ed essere conservati al riparo dell'umidità; le modalità di posa in opera dovranno rispettare scrupolosamente le prescrizioni del produttore e gli sfridi, a presa avvenuta, essere portati a rifiuto.

*Cementi privi di ritiro* – Costituiti da cemento Portland, agenti espansivi (solfoalluminati di calcio) ed agenti stabilizzanti avranno le seguenti caratteristiche:

- assenza di ritiro sia in fase plastica che in fase d'indurimento (**UNI 6555–73**)
- consistenza (slump) compresa fra i valori di 14-20 cm

- assenza di acqua essudata (bleeding) **UNI 7122**
- buona lavorabilità e lungo mantenimento della stessa (**UNI 7123/72**)
- ottima capacità di adesione su diversi tipi di supporti (**UNI 10020/72**)
- resistenze meccaniche adeguate alla specifica applicazione (**UNI 6132/72, 6235/72, 6556**).

Verranno impiegati miscelandoli con l'esatto quantitativo d'acqua consigliato dal produttore e gli sfridi, una volta rappresi, dovranno essere trasportati a rifiuto.
L'appaltatore dovrà prestare particolare attenzione alla loro stagionatura umida ricorrendo alle modalità consigliate dal produttore.

**Leganti sintetici**

*Resine* – Le resine sono sostanze vetrose ed amorfe di tipo solido/liquido, prive di un punto di fusione netto che subiscono, tramite somministrazione di calore, una graduale diminuzione della loro viscosità. A base di polimeri organici in cui un gran numero di atomi sono uniti mediante legami chimici primari, vengono classificate relativamente al loro comportamento in termoplastiche e termoindurenti.
L'utilizzo di detti materiali, la provenienza, la preparazione, il peso dei singoli componenti e le modalità d'applicazione saranno concordati con la D.L. dietro la sorveglianza e l'autorizzazione degli argani preposti alla tutela del bene in oggetto.
In particolare, le caratteristiche qualitative dei legami organici in base al loro impiego saranno le seguenti:

- perfetta adesione ai comuni materiali da costruzione ottenuta mediante la formazione di un sufficiente numero di gruppi polari capaci di stabilire legami fisici d'affinità con i costituenti sia minerali che organici dei materiali trattati;
- buona stabilità alla depolimerizzazione ed all'invecchiamento;
- elevata resistenza all'attacco chimico operato da acque, sostanze alcaline o da altri tipi di aggressivi chimici;
- limitatissimo ritiro in fase d'indurimento.

*Resine epossidiche* – Derivate dalla condensazione del bisfenolo A con epicloridrina, potranno essere del tipo solido o liquido. In combinazione con appositi indurenti amminici che ne caratterizzano il comportamento, potranno essere utilizza te anche miscele con cariche minerali, riempitivi, solventi ed addensanti, solo dietro approvazione del D.L., per lavori in cui sarà necessario sfruttare le loro elevatissime capacità adesive. Saranno vietati tutti i trattamenti superficiali che potrebbero sostanzialmente modificare l'originario effetto cromatico dei manufatti (**UNI 7097-72**). Le caratteristiche meccaniche, le modalità applicative e gli accorgimenti antinfortunistici sono regolati dalle norme UNICHIM Le caratteristiche richieste in relazione allo specifico utilizzo (+20C) sono le

seguenti:

| | |
|---|---|
| 1) Formulati per impregnazione:<br>Punto d'infiammabilità 90°C<br>ritiro 0,10%<br>viscosità (a + b) mPa.s 150<br>pot life (minuti) 60<br>assorbimento 2%<br>punto Martens 35°C<br>resistenza a trazione (MPa) 50<br>resistenza a flessione (MPa) 50<br>resistenza a compressione (MPa) 70<br>modulo elastico a fless. (MPa) 1.000<br><br>2) Formulati per iniezione:<br>2a) per lesioni inferiori a mm 1,5:<br>Punto d'infiammabilità 90°C<br>ritiro 12%<br>viscosità (a + b) mPa.s 150-400<br>pot life (minuti) 30<br>assorbimento 2%<br>punto Martens 50°C<br>resistenza a trazione (MPa) 30<br>resistenza a flessione (MPa) 50<br>resistenza a compressione (MPa) 70<br>modulo elastico a fless. (MPa) 1.000-3.000<br>2b) per lesioni superiori a mm 1,5:<br>Punto d'infiammabilità 90°C<br>ritiro 12%<br>viscosità (a + b) mPa.s 3.500-4.000<br>pot life (minuti) 30<br>assorbimento 2%<br>punto Martens 50°C<br>resistenza a trazione (MPa) 50<br>resistenza a flessione (MPa) 50<br>resistenza a compressione (MPa) 7 0<br>modulo elastico a fless. (MPa) 3.000 | 3) Formulati per betoncini:<br>Punto d'infiammabilità 90°C<br>ritiro 0,10%<br>viscosità (a + b) mPa.s 7.000<br>pot life (minuti) 60<br>assorbimento 2%<br>punto Martens 35°C<br>resistenza a trazione (MPa) 30<br>resistenza a flessione (MPa) 30<br>resistenza a compressione (MPa) 90<br>modulo elastico a fless. (MPa) 17.000<br><br>4) Formulati per restauro strutture (cls):<br>Punto d'infiammabilità 90°C<br>ritiro 0,10%<br>viscosità (a + b) mPa.s 7.000<br>pot life (minuti) 30<br>assorbimento 2%<br>punto Martens 35°C<br>resistenza a trazione (MPa) 30<br>resistenza a flessione (MPa) 50<br>resistenza a compressione (MPa) 70<br>modulo elastico a fless. (MPa) 7 00<br><br>5) Formulati per incollaggi strutturali:<br>Punto d'infiammabilità 90°C<br>ritiro 0,10%<br>viscosità (a + b) mPa.s 8.000<br>pot life (minuti) 60<br>assorbimento 2%<br>punto Martens 40°C<br>resistenza a trazione (MPa) 80<br>resistenza a flessione (MPa) 50<br>resistenza a compressione (MPa) 80<br>modulo elastico a fless. (MPa) 1.000<br>adesione (MPa) 6 |

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

**UNI 8701-11: 1986 – 31/10/1986** – *Resine epossidiche. Metodi di prova. Determinazione del numero di ossidrile.*

**UNI 8701-12: 1985 – 31/01/1985** – *Resine epossidiche. Metodo di prova. Determinazione del cloro inorganico.*

**UNI 8701-14: 1986 – 31/10/1986** – *Resine epossidiche. Metodi di prova. Determinazione del numero amminico negli induritori per resine epossidiche.*

**UNI 8701-15: 1986 – 31/10/1986** – *Resine epossidiche. Metodi di prova. Determinazione del contenuto di anidride e di acido negli induritori per resine epossidiche.*

**UNI 8701-1: 1986 – 31/10/1986** – *Resine epossidiche. Metodi di prova. Determinazione della viscosità mediante il viscosimetro di Holde– Ubbelohde.*

**UNI 8701-2: 1986 – 31/10/1986** – *Resine epossidiche. Metodi di prova. Determinazione della viscosità mediante il viscosimetro di Hoppler.*

**UNI 8701-3: 1986 – 31/10/1986** – *Resine epossidiche. Metodi di prova. Determinazione della viscosità mediante visco- simetri rotazionali.*

**UNI 8701-4: 1986 – 31/10/1986** – *Resine epossidiche. Metodi di prova. Determinazione del punto di rammollimento mediante il metodo di Durrans.*

**UNI 8701-5: 1986 – 31/10/1986** – *Resine epossidiche. Metodi di prova. Determinazione del residuo secco di soluzioni di resine epossidiche.*

**UNI 8701-6: 1985 – 31/01/1985** – *Resine epossidiche. Metodi di prova. Determinazione della curva di esotermia e della temperatura massima raggiunta nell'indurimento di sistemi epossidici in condizioni pseudoadiabatiche***UNI 8701-7: 1985 – 31/01/1985** – *Resine epossidiche. Metodi di prova. Determinazione del tempo di gelo di sistemi epossidici indurenti a caldo.*

**UNI 8701-8: 1985 – 31/01/1985** – *Resine epossidiche. Metodi di prova. Determinazione del tempo di gelo di sistemi epossidici indurenti a temperatura ambiente.*

*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

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

**UNI 10154: 1993 – 31/01/1993** – *Prodotti vernicianti. Stabilità in barattolo dei poliesteri tixotropizzati per legno e supporti legnosi a diverse temperature (codice ICS: 87.040).*

**UNI 8306: 1981 – 31/10/1981** – *Prodotti vernicianti. Determinazione del residuo secco dei prodotti vernicianti poliesteri per legno e sopporti legnosi (codice ICS: 87.040).*

**UNI EN ISO 3521: 2001 – 31/07/2001** – *Materie plastiche – Resine epossidiche e poliesteri insaturi – Determinazione del ritiro volumetrico globale (codice ICS: 83.080.10).*

**UNI EN ISO 584:2000 – 31/05/2000** – *Materie plastiche – Resine poliesteri insature –*

*Determinazione della reattività ad 80 °C (Metodo convenzionale) (codice ICS: 83.080.01).*

**Art.6 – Laterizi**

I laterizi da impiegare per i lavori di qualsiasi genere dovranno corrispondere alle norme per l'accettazione di cui al R.D.16.11.1939, n. 2233, e decreto ministeriale 27.07.1985 all. 7, ed alle norme UNI vigenti.
I mattoni pieni per uso corrente dovranno essere parallelepipedi, di lunghezza doppia della larghezza (salvo diverse proporzioni dipendenti dall'uso locale), di modello costante, presentare, sia all'asciutto che dopo prolungata immersione nell'acqua, una resistenza alla compressione non inferiore a quella indicata dalla normativa **UNI 5632–65**.
I mattoni forati, le volterrane ed i tavelloni dovranno pure presentare una resistenza alla compressione di almeno kg 16 per centimetro quadrato 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 più 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 devono risultare impermeabili (**UNI 2619-20–21-22**).
Le tegole piane infine non devono presentare difetto alcuno nel nasello.
MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
**UNI 8635-16:1986 – 31/10/1986** – *Edilizia. Prove dei prodotti per coperture discontinue. Determinazioni delle inclusioni calcaree nei prodotti di laterizio.*
**UNI 8942-1:1986 – 30/11/1986** – *Prodotti di laterizio per murature. Terminologia e sistema di classificazione.*
**UNI 8942-2:1986 – 30/11/1986** – *Prodotti di laterizio per murature. Limiti di accettazione.*
**UNI 8942-3:1986 – 30/11/1986** – *Prodotti di laterizio per murature. Metodi di prova.*
**UNI 9730-1:1990 – 31/10/1990** – *Elementi di laterizio per solai. Terminologia e classificazione.*
**UNI 9730-2:1990 – 31/10/1990** – *Elementi di laterizio per solai. Limiti di accettazione.*
**UNI 9730-3:1990 – 31/10/1990** – *Elementi di laterizio per solai. Metodi di prova.*
**UNI EN 1024:1998 – 30/11/1998** – *Tegole di laterizio per coperture discontinue – Determinazione delle caratteristiche geometriche.*
**UNI EN 1304:2000 – 31/10/2000** – *Tegole di laterizio per coperture discontinue – Definizioni e specifiche di prodotto.*
**UNI EN 538:1997 – 31/05/1997** – *Tegole di laterizio per coperture discontinue. Prova di resistenza alla flessione.*
**UNI EN 539-1:1997 – 31/05/1997** – *Tegole di laterizio per coperture discontinue. Determinazione delle caratteristiche fisiche – Prova di impermeabilità.*
**UNI EN 539-2:2000 – 31/03/2000** – *Tegole di laterizio per coperture discontinue – Determinazione*

*delle caratteristi- che fisiche – Prova di resistenza al gelo.*

**UNI EN 772-11:2001 – 30/09/2001** – *Metodi di prova per elementi di muratura – Determinazione dell'assorbimento d'acqua degli elementi di muratura di calcestruzzo, di materiale lapideo agglomerato e naturale dovuta alla capillarità ed al tasso iniziale di assorbimento d'acqua degli elementi di muratura di laterizio.*

**UNI EN 772-3:2000 – 31/12/2000** – *Metodi di prova per elementi di muratura – Determinazione del volume netto e della percentuale dei vuoti degli elementi di muratura di laterizio mediante pesatura idrostatica.*

**UNI EN 772-7:2000 – 31/12/2000** – *Metodi di prova per elementi di muratura – Determinazione dell'assorbimento d'acqua di strati impermeabili all'umidità di elementi di muratura di laterizio mediante bollitura in acqua.*

**Art.7 – Materiali ferrosi e metalli vari**

MODALITÀ DI ACCETTAZIONE

I prodotti saranno valutati al momento della fornitura; la direzione dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità. In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere).

a) *Materiali ferrosi* – I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, sbrecciature, paglie o da qualsiasi altro difetto di fusione, laminazione, trafilature, fucinatura e simili. Essi dovranno rispondere a tutte le condizioni previste dal R.D. 15.07.1925 e dalle norme UNI vigenti e presentare inoltre, seconda della loro quantità, 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 perfetta malleabilità e lavorabilità a freddo e a caldo, senza che ne derivino screpolature o alterazioni; esso dovrà essere altresì saldabile e non suscettibile di prendere la tempera; alla rottura dovrà presentare struttura lucente e finemente granulare (**UNI 7070/72**).

3) *Acciaio per strutture in cemento armato* – L'acciaio per cemento armato sia esso liscio o ad aderenza migliorata dovrà essere rispondente alle caratteristiche richieste dal D.M. 27.07.85, dagli allegati 4, 5, 6 e dalle successive modifiche ed integrazioni. Dovrà essere privo di difetti ed inquinamenti che ne pregiudichino l'impiego o l'aderenza ai conglomerati (**UNI 6407/69**).

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

**CNR UNI 10020:1971 – 01/01/1971** – *Prova di aderenza su barre di acciaio ad aderenza migliorata.*

**UNI 10622:1997 – 30/04/1997** – *Barre e vergella (rotoli) di acciaio d'armatura per cemento armato, zincati a caldo.*

**UNI ENV 10080:1997 – 31/05/1997** – *Acciaio per cemento armato. Armature per cemento armato saldabili nervate B500. Condizioni tecniche di fornitura per barre, rotoli e reti saldate.*

**UNI ISO 10065:1994 – 31/01/1994** – *Barre di acciaio per l'armatura del calcestruzzo. Prova di piegamento e raddrizzamento.*

4) *Reti in acciaio elettrosaldato* – Le reti di tipo normale dovranno avere diametri compresi fra 4 e 12 mm e, se previsto, essere zincate in opera; le reti di tipo inossidabile dovranno essere ricoperte da più strati di zinco (circa 250 gr/mq) perfettamente aderenti alla rete; le reti laminate normali o zincate avranno un carico allo sfilamento non inferiore a 30-35 kg/mmq. Tutte le reti elettrosaldate da utilizzare in strutture di cemento armato avranno le caratteristiche richieste dal cita- to D.M. 27.07.85.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

**UNI 8926:1986 – 01/12/1986** – *Fili di acciaio destinati alla fabbricazione di reti e tralicci elettrosaldati per cemento armato strutturale.*

**UNI 8927:1986 – 01/12/1986** – *Reti e tralicci elettrosaldati di acciaio per cemento armato strutturale.*

**UNI ISO 10287:1995 – 31/01/1995** – *Acciaio per calcestruzzo armato. Determinazione della resistenza dei nodi delle reti saldate.*

5) *Acciaio inox* – Gli acciai inox per armatura di cemento armato ad aderenza migliorata dovranno corrispondere per analisi chimica alle norme AISI 304L e 316L (cioè ai rispettivi tipi al Cr-Ni e Cr-Ni-Mo), entrambi a basso contenuto di carbonio per garantire la saldabilità.

Le caratteristiche meccaniche dovranno corrispondere ai requisiti stabiliti da D.M. 9.01.96 "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per strutture metalliche" e relativa circolare esplicativa (G.U. n. 29 del 5.02.96 e G.U. n. 277 del 26.11.96) emanate in applicazione dell'art.21 della legge 5.11.1971 n. 1086. Il tipo di acciaio a cui si fa riferimento per le caratteristiche meccaniche è l'FeB44K.

Le modalità di prelievo e le unità di collaudo di tale acciaio seguono le medesime prescrizioni previste per gli acciai comuni per armature in c.a.

Il peso dell'acciaio inossidabile ad aderenza migliorata ad elevato limite elastico verrà determinato moltiplicando lo sviluppo lineare dell'elemento per il peso unitario del tondino di sezione nominale corrispondente determinato in base al peso specifico di 7,95 kg/dmq per il tipo AISI 304L e di 8,00 kg/dmq per il tipo 316L.

6) *Acciaio fuso in getti* – L'acciaio in getti per cuscinetti, cerniere, rulli e per qualsiasi altro lavoro, dovrà essere di prima qualità, esente da soffiature e da qualsiasi altro difetto.

7) *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 a grana fine e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomare le resistenza. Dovrà essere inoltre perfettamente modellata. E assolutamente escluso l'impiego di ghisa fosforosa.

8) *Titanio* – Il titanio e le sue leghe risponderanno, per le loro caratteristiche tecnologiche alle normative di riferimento dei paesi produttori: le norme ASTM B265-89, B348-83 che identificano in ordine crescente le caratteristiche meccaniche in gradi da 1 a 4; il grado 5 identifica la lega contenente il 6% di alluminio ed il 4% di vanadio (Ti 6Al 4V); le norme GOST 19807-91, 22178-76, 23775-79, 26492-85,22897-86 identificano il titanio puro con la sigla BT 1-00 e BT 1-0; la lega Ti 6Al 4V viene identificata dalla sigla BT 6/BT6 C.

Agli elementi in titanio, in relazione agli utilizzi come elementi strutturali sono richieste le seguenti caratteristiche:

- elevata resistenza meccanica rapportata ad una bassa densità (a 20° 4,51 kg/dm$^3$)
- elevatissima resistenza alla corrosione in ambienti aggressivi
- elevata leggerezza – Il basso peso specifico del titanio (4,5 g/cm$^3$) permette di realizzare, a parità di resistenza meccanica, prodotti più leggeri rispetto a quelli ottenuti con altri materiali;

- elevata temperatura di fusione (1668°C);
- basso modulo elastico (10.000 kg/mm3);
- basso coefficiente di conducibilità termica;
- basso coefficiente di dilatazione termica.

CONFORMEMENTE ALLE NORME

**UNI 10221:1993 – 30/09/1993** – Titanio. Lingotti e semilavorati in titanio non legato e leghe di titanio. Composizione chimica.

**UNI 10258:1993 – 30/09/1993** – *Titanio. Nastri, piastre, lamiere di titanio non legato e leghe di titanio. Generalità, caratteristiche e tolleranze.*

**UNI 10363:1994 – 31/03/1994** – *Titanio. Tubi saldati e senza saldatura di titanio non legato e leghe di titanio per impieghi industriali.*

**UNI 10450:1995 – 30/04/1995** – *Titanio. Barre di titanio non legato e leghe di titanio. Generalità, caratteristiche e tolleranze.*

*b)* *Metalli vari* – Il piombo (**UNI 3165, 6450, 7043**), lo zinco (**UNI 2013 e 2014/74**), lo stagno (**UNI 3271 e 5539**), il rame (**UNI 5649**) l'alluminio (**UNI C.D.U. 669/71**) l'alluminio anodizzato (**UNI 4222/66**) 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.8 – Materiali per pavimentazioni e rivestimenti**

Le pianelle di argilla, le mattonelle e le marmette di cemento, le mattonelle greificate, le lastre e i quadrelli di marmo, le granaglie e tutti gli inerti per pavimentazioni a getto, dovranno corrispondere oltre che alle specifiche prescrizioni relative ai materiali di appartenenza, anche, alle norme di accettazione di cui al regio decreto del 16 novembre 1939 n. 2234; i prodotti ceramici per pavimentazione e rivestimenti saranno conformi alle rispettive norme UNI (**UNI 7999:1979 – 31/12/1979** – *Edilizia. Pavimentazioni. Analisi dei requisiti.*).

MODALITÀ DI ACCETTAZIONE

I prodotti saranno valutati al momento della fornitura; la direzione dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità. In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere).

In dettaglio le pavimentazioni avranno le seguenti caratteristiche.

*a)* *Granaglie per pavimenti alla veneziana* – La graniglia di marmo o di altre pietre idonee dovrà corrispondere, per tipo e granulosità, ai campioni di pavimento prescelti e risultare perfettamente scevra di impurità.

*b)* *Pezzami per pavimenti a bollettonato* – Il pezzame 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.

c) *Prodotti a pasta porosa, laterizi e terrecotte* – Dovranno avere una buona massa volumica (1.800 – 1.900 kg/mq), es- sere ben cotti, di tinta forte ed omogenea, formati da argille prive di composti idrosolubili (che provocano formazioni di sali dopo la posa) e presentare buone resistenze alla compressione ed all'usura. Saranno forniti nelle forme, colori e dimensioni richieste dalla D.L.

Le caratteristiche tecniche richieste saranno le seguenti:

- resistenza a compressione (kg/cmq) 400
- resistenza a flessione (kg/cmq) 40
- porosità 5%.

- *Pietrini e mattonelle di terracotta greificata* – Le mattonelle e i pietrini saranno di prima scelta, greificati per tutto l'intero 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. Le caratteristiche tecniche richieste saranno le seguenti:

- assorbimento d'acqua < 15%
- resistenza a flessione (kg/cmq) > 150
- tolleranza dimensionale (mm) + 0, 5/ – 1.

d) *Mattonelle, marmette e pietrini di cemento* – Dovranno essere di ottima fattura, ed assicurare una buona resistenza a compressione ed all'usura, essere stagionati da almeno tre mesi, ben calibrati, a bordi sani e piani; non dovranno presentare né carie, né impurità, né tendenza al distacco tra il sottofondo e lo strato superiore (UNI da 2623 a 2629). 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, di spessore costante non inferiore a mm 7.

Le marmette avranno anch'esse una 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 dei pietrini sarà liscia, bugnata o scanalata secondo il disegno che sarà prescritto.

e) *Prodotti ceramici a pasta compatta UNI 10739 Beni culturali "Tecnologia ceramica Termini e definizioni" (grès, grès ceramico, monocotture, bicotture, clinker, ceramiche e porcellane)* – Dovranno essere approvvigionati in cantiere nelle loro confezioni originali e nell'imballo dovrà essere leggibile il nome del produttore, la scelta commerciale, il calibro ed il colore; dovranno essere di prima scelta e risultare conformi per dimensione, forma e calibro a quanto prescritto ed es- sere omogenei, per l'intera fornitura, nel calibro e nella tinta (UNI EN 163).

Lo strato antiusura, ottenuto per smaltatura o vetrificatura, dovrà possedere le caratteristiche di

impermeabilità, durezza e di resistenza chimica o meccanica richieste dallo specifico utilizzo (interno o esterno, traffico pesante o leggero, contatto con sostanze aggressive ecc.). Ove richiesto, verranno approvvigionate complete di pezzi speciali, jolly e bordi.
Le caratteristiche richieste, in relazione alle norme UNI EN, saranno le seguenti:

- resistenza all'abrasione profonda (EN 102) < 205 mmq
- assorbimento d'acqua (EN 99) < 0,5%
- resistenza al gelo (EN 202) assenza di rotture
- resistenza all'attacco chimico (EN 106) assenza di alterazioni
- resistenza alla flessione (EN 100) < 27 N/mmq
- durezza superficiale scala Mohs (EN 101) > 6.

f) *Materiali resilienti in formelle* – Dovranno rispondere alle norme vigenti, presentare superficie (liscia o a rilievo) con tinta omogenea, priva di discontinuità, macchie e screpolature. Salvo che nei casi di pavimentazioni da sovrapporsi ad altre esistenti, gli spessori per utilizzi civili non dovranno essere inferiori ai mm 2,5 per il linoleum, ai 3 mm per le gomme lisce con attacco a tela, ai 4 mm per gomme lisce con attacco a peduncoli ed ai 10 mm per gomme rigate o a bolle ed attacco a sottoquadri, con una tolleranza non inferiore al 3%. In ogni caso gli spessori saranno proporzionati alla specifica destinazione d'uso (abitazione, ufficio, magazzino) ed al traffico (leggero, medio, pesante). Per qualsiasi spessore e tipo le caratteristiche richieste saranno le seguenti:

- durezza Shore A 85 +/– 5%
- perdita di durezza per invecchiamento < 5%
- assorbimento acqua per immersione < 3%.

g) *Pavimentazione formate in sito con resina epossidica* – La realizzazione di rivestimenti per pavimentazioni in resina (per impregnazione, o spatolatura) sarà effettuata, per quanto applicabile, conformemente alla normativa AIPER. Il sup- porto su cui applicare il rivestimento (strato portante) dovrà in ogni caso presentarsi, perfettamente asciutto, ben lisciato, privo di materiali friabili, provvisto di giunti e, ove occorre, dotato di barriera al vapore. Lo strato di rivestimento in resina epossidica, oltre a risultare impermeabile, antiscivolo, ben aderente al sottofondo e resistente agli urti dovrà avere, relativamente all'utilizzo, le seguenti caratteristiche:

- resistenza a compressione (kg/cmq) 500 – 600
- resistenza a flessotrazione (kg/cmq) 180 – 200
- resistenza all'abrasione TABER (mmg) > 15
- adesione al sottofondo (kg/cmq) > 25.

**Art.9 – Materiali e componenti di partizioni interne**

I materiali richiesti per la realizzazione di partizioni interne (tramezze o tavolati) dovranno avere, qualunque sia la loro natura e dimensione, i requisiti richiesti dalla norma **UNI 8087**; in particolare saranno resistenti agli urti (**UNI 8201**), ai carichi sospesi (**UNI 8236**) e resistenti al fuoco (**UNI 8456/57**) come prescritto dai D.M. 26.06.84 e 14.01.85; avranno inoltre le caratteristiche di isolamento acustico.

**Art.10 – Colori e vernici**

*Generalità* – L'appaltatore dovrà utilizzare esclusivamente colori e vernici di recente produzione, provenienti da recipienti sigillati, recanti il nome del produttore, il tipo, la qualità, le modalità d'uso e la data di scadenza. Dovrà aprire i recipienti in presenza della D.L. che avrà l'obbligo di controllarne il contenuto.

I prodotti vernicianti dovranno risultare esenti da fenomeni di sedimentazione, di addensamento o da qualsiasi altro difetto, assolvere le funzioni di protezione e di decorazione, impedire il degrado del supporto proteggendolo dagli agenti atmosferici, dall'inquinamento, dagli attacchi dei microrganismi, conferire alle superfici l'aspetto stabilito dagli elaboratori di progetto ed, infine, mantenere tali proprietà nel tempo.

Le loro caratteristiche saranno quelle stabilite dalle norme **UNI 4656** contrassegnate dalla sigla UNI/EDL dal n. 8752 al n. 8758 e le prove tecnologiche, che dovranno essere effettuate prima dell'applicazione, saranno regolate dalle norme UNICHIM MU. (1984) n. 443-45, 465-66, 517, 524-25, 562-63, 566, 570-71 583, 591, 599, 602, 609-11, 619.

Le cariche e i pigmenti contenuti nei prodotti vernicianti dovranno colorare in modo omogeneo il supporto, livellarne le irregolarità, proteggerlo dagli agenti corrosivi e conferirgli l'effetto cromatico richiesto.

L'appaltatore dovrà impiegare solventi e diluenti consigliati dal produttore delle vernici o richieste dalla D.L. che dovranno possedere le caratteristiche stabilite dalle norme UNICHIM, foglio d'informazione n. 1-1972. Il rapporto di diluizione (tranne che per i prodotti pronti all'uso) sarà fissato in concordanza con la D.L.

I leganti dovranno essere formati da sostanze (chimiche o minerali) atte ad assicurare ai prodotti vernicianti le caratteristiche stabilite, in base alla classe di appartenenza, dalle norme UNI.

MODALITÀ DI ACCETTAZIONE

I prodotti saranno valutati al momento della fornitura; la direzione dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità. In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere).

In presenza di manufatti di particolare valore storico/artistico, sarà fatto divieto all'appaltatore di utilizzare prodotti a base di resine sintetiche senza una precedente specifica autorizzazione della D.L. o degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto.

Per i prodotti di comune impiego, si osserveranno le seguenti prescrizioni:

a) *Olio di lino cotto* – L'olio di lino cotto sarà ben depurato, di colore assai chiaro e perfettamente limpido, di odore for- te ed amarissimo al gusto, scevro da adulterazioni con oli minerali, 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. Avrà acidità nella misura del 7%, impurità non superiore al 1% ed alla temperatura di 15°C presenterà una densità com- presa

fra 0,91 e 0,93.

b) *Acquaragia* (essenza di trementina) – Dovrà essere limpida, incolore, di odore gradevole e volatile. La sua densità a 15°C sarà di 0, 87.

c) *Biacca* – La biacca o cerussa (carbonato basico di piombo) deve essere pura, senza miscela di sorta e priva d i qualsiasi traccia di solfato di bario.

d) *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 dell'1% di altre impurità; l'umidità non deve superare il 3%.

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

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

g) *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.

h) *Vernici* – Le vernici che si impiegheranno per gli interni saranno a base di essenza di trementina e gomme pure e di qualità scelte; disciolte nell'olio di lino dovranno presentare una superficie brillante.

È escluso l'impiego di gomme prodotte da distillazione

i) *Encaustici* – Gli encaustici potranno essere all'acqua o all'essenza, secondo le disposizioni della direzione lavori. 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.

l) *Idropitture* – Per idropitture s'intendono non solo le pitture a calce, ma anche i prodotti vernicianti che utilizzano co- me solvente l'acqua.

L'appaltatore dovrà fare riferimento alle regolamentazioni delle norme UNICHIM e più specificatamente alla 14/1969 (*prova di adesività*), alla 175/1969 (*prova di resistenza agli alcali*) e alla 168/1969 (*prova di lavabilità*).

*Tempere* – Composte da sospensioni acquose di pigmenti, cariche e leganti a base di colle naturali o sintetiche, dovranno avere buone capacità coprenti, risultare ritinteggiabili e, se richiesto, essere fornite in confezioni sigillate già pronte all'uso.

*Pitture cementizie* – Composte da cementi bianchi, pigmenti colorati ed additivi chimici in polvere, dovranno essere preparate secondo le modalità consigliate dal produttore in piccoli quantitativi da utilizzare rapidamente prima che intervenga la fase d'indurimento.

Una volta indurite, sarà vietato all'appaltatore di diluire in acqua allo scopo di poterle nuovamente utilizzare.

*Idropitture in emulsione* – Sono costituite da emulsioni acquose di resine sintetiche, pigmenti e

particolari sostanze plastificanti. Se verranno utilizzate su superfici eterne, non solo dovranno possedere una spiccata resistenza all'attacco fisico/chimico operato dagli agenti inquinanti, ma anche produrre una colorazione uniforme.

Il loro impiego su manufatti di particolare valore storico/artistico sarà subordinato all'esplicita approvazione della D.L. e degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto.

*Pitture ai silicati* – Sono costituite da un legante a base di silicato di potassio, di silicato di sodio o da una miscela dei due e da pigmenti esclusivamente inorganici (ossidi di ferro). Il loro processo di essiccazione si svilupperà dapprima attraverso una fase fisica di evaporazione e, successivamente, attraverso una chimica in cui si verificherà un assorbimento d'acqua dall'ambiente circostante che produrrà reazioni all'interno dello strato fra la pittura e l'intonaco del supporto. Il silicato di potassio da un lato reagirà con l'anidride carbonica e con l'acqua presente nell'atmosfera dando origine a polisilicati complessi e, dall'altro, reagirà con il carbonato dell'intonaco del supporto formando silicati di calcio.

Le pitture ai silicati dovranno assicurare un legame chimico stabile con l'intonaco sottostante che eviti fenomeni di disfacimento in sfoglie del film coprente, permettere la traspirazione del supporto senza produrre variazioni superiori al 5- 10%, contenere resine sintetiche in quantità inferiore al 2-4% ed, infine, risultare sufficientemente resistente ai raggi UV, alle muffe, ai solventi, ai microrganismi ed, in genere, alle sostanze inquinanti.

m) *Pitture ad olio ed oleosintetiche* – Composte da oli, resine sintetiche, pigmenti e sostanze coloranti, dovranno possedere uno spiccato potere coprente e risultare resistenti all'azione degradante delle piogge acide e dei raggi UV (UNICHIM manuale 132).

n) *Antiruggine, anticorrosivi e pitture speciali* – Le caratteristiche delle pitture speciali si diversificheranno in relazione al tipo di protezione che si dovrà effettuare e alla natura dei supporti su cui applicarle. L'appaltatore dovrà utilizzare la pittura richiesta dalla D.L. che dovrà essergli fornita in confezioni perfettamente sigillate applicandola conformemente alle istruzioni fornite dal produttore. I requisiti saranno quelli stabiliti dalla specifica normativa UNICHIM (manuale 135).

o) *Vernici sintetiche* – Composte da resine sintetiche (acriliche, oloealchidiche, clorovinilіche, epossidiche, poliesteri, poliuretaniche, siliconiche, ecc.) dovranno possedere requisiti di perfetta trasparenza, luminosità e stabilità alla luce, forni- re le prestazioni richieste per il tipo di applicazione da eseguire ed, infine, possedere le caratteristiche tecniche e decorative richieste.

Dovranno essere fornite nelle confezioni originali sigillate, di recente preparazione e, una volta applicate, dovranno assi- curare ottima adesività, assenza di grumi, resistenza all'abrasione, capacità di mantenersi il più possibile inalterate ed essiccazione omogenea da effettuarsi in assenza di polvere. Le vernici 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, a base di oli, resine naturali, sintetiche ed elastomeri;
- plastificanti, idonei a garantire l'elasticità e la flessibilità del film;
- solventi e diluenti – per solubilizzare i leganti conferendo alle pitture le caratteristiche ottimali di applicazione: idro- carburi alifatici e/o aromatici, alcooli, esteri, chetoni, ed eventualmente acqua; additivi – atti a fornire alla vernice caratteristiche particolari ed ottimizzarne le prestazioni:

essiccativi, sospensivi, agenti che favoriscono la bagnabilità del suppor- to, antiossidante, agenti dilatanti, stabilizzatori di resina, ecc.

I pigmenti ed i riempitivi saranno costituiti da sostanze disperse nel veicolo e potranno essere delle seguenti categorie:

1) *Attivi* – Sono reagenti con capacità di bloccare il processo corrosivo attraverso i seguenti meccanismi:

- protezione catodica conferita dalle polveri di zinco, piombo, ecc. che forniscono ai materiali ferrosi una protezione di natura elettrochimica;
- pigmenti a base di fosfati metallici con azione passivante che forniscono ioni atti a reagire con il metallo riducendone la tendenza alla corrosione;
- pigmenti in grado di ossidare ioni ferrosi e ferrici ad azione ossidante.

2) *Inerti* – Caratterizzati dall'elevata resistenza chimica e agli agenti atmosferici, riducono la permeabilità intrinseca del veicolo: ossidi metallici (biossido di titanio, ossido di ferro, ossido di cromo...), sali inorganici, pigmenti organici, nero fumo, grafite, ecc.

3) *Riempitivi* – Con funzione di conferire particolari caratteristiche quali flessibilità, aderenza, durezza, resistenza all'abrasione: silicati compressi (mica, talco, caolino, asbestina ecc.) ossidi metallici (alluminia e quarzo) carbonati natura- li e precipitati, solfati (bariti ecc.).

Ai differenti ciclo di verniciatura sono richieste le seguenti caratteristiche:

- adeguata adesione alla superficie da proteggere
- buon potere anticorrosivo
- limitata porosità e ridotta permeabilità ai gas e ai liquidi
- resistenza nel tempo agli agenti atmosferici e chimici.

I sistemi di verniciatura, in relazione alle prescrizioni degli elaborati di progetto, dovranno essere posti in opera nelle seguenti fasi:

- uno o più mani di fondo con funzione di antiruggine e di ancoraggio sia alla superficie da rivestire che agli strati successivi;
- una mano intermedia con funzione di collegamento fra strato di fondo e i successivi di finitura;
- uno o più mani di finitura con funzione protettiva nei confronti delle azioni esterne in relazione alle condizioni di esercizio.

I cicli di verniciatura, ove non specificato diversamente negli elaborati di progetto, saranno i seguenti: Olio di lino, clorocaucciù, fenolici, epossidica, vinili, poliuretanici.

p) *Smalti* – Composti da resine sintetiche o naturali, pigmenti (diossido di titanio), cariche minerali ed ossidi vari prendono nome dai loro leganti (alchidici, fenolici, epossidici, ecc.).

Dovranno possedere spiccato potere coprente, facilità di applicazione, luminosità, resistenza agli urti e risultare privi di macchie.

**Art.11 – Materiali diversi**

a) *Cartefeltro* – Questi materiali avranno le caratteristiche richieste dalle norme UNI.

Le eventuali verifiche e prove saranno eseguite con le norme vigenti, tenendo presenti le risultanze

accertate in materia da organi competenti ed in particolare dall'UNI.

b) *Cartonfeltro bitumato cilindrato* – È costituito da cartafeltro impregnato a saturazione di bitume in bagno a tempera- tura controllata. Questi cartonfeltri debbono risultare asciutti, unitamente impregnati di bitume, presentare superficie piana, senza nodi, tagli, buchi od altre irregolarità ed essere di colore nero opaco.

Per le eventuali prove saranno seguite le norme vigenti e le risultanze accertate da organi competenti in materia come in particolare l'**UNI 8202**.

c) *Cartonfeltro bitumato ricoperto* – È costituito di cartafeltro impregnata a saturazione di bitume, successivamente ri- coperta su entrambe le facce di un rivestimento di materiali bitumosi con velo di materiale minerale finemente granulato, come scagliette di mica, sabbia finissima, talco, ecc. La cartafeltro impiegata deve risultare uniformemente impregnata di bitume; lo strato di rivestimento bituminoso deve essere di spessore uniforme ed essere privo di bolle; il velo di protezione deve inoltre rimanere in superficie ed essere facilmente asportabile; le superfici debbono essere piane, lisce, prive di tagli, buchi ed altre irregolarità.

Per eventuali prove saranno seguite le norme vigenti e le risultanze accertate da organi competenti in materia, come in particolare l'UNI.

d) *Vetri e cristalli* – I vetri e cristalli dovranno essere, per le richieste dimensioni, di un solo pezzo, di spessore uniforme, di prima qualità, perfettamente incolori, perfettamente trasparenti, privi di scorie, bolle, soffiature, ondulazioni, nodi, opacità lattiginose, macchie e di qualsiasi altro difetto. Dovranno corrispondere per tipo alle rispettive norme UNI (vetri greggi 5832, vetri lucidi 6486, cristalli 6487, vetri temperati 7142, vetri stratificati 7172).

**Art.12 – Additivi**

Gli additivi per calcestruzzi e malte sono sostanze chimiche che, aggiunte in piccole dosi agli impasti, hanno la capacità di modificarne le proprietà.

L'appaltatore dovrà fornirli nei contenitori originali sigillati su cui dovranno essere indicate le quantità, la data di scadenza e le modalità d'uso ed avrà l'obbligo di miscelarli alle malte, nei rapporti prescritti, in presenza della D.L. Gli additivi sono classificati dalla norma **UNI 7101** in fluidificanti, areanti, acceleranti, ritardanti, antigelo, ecc.

In relazione al tipo dovranno possedere caratteristiche conformi a quelle prescritte dalle rispettive norme UNI (Fluidificanti 7102, superfluidificanti 8145, agenti espansivi non metallici 8146) e dal D.M. 26.03.1980. Gli additivi per iniezione sono classificati dalla **norma UNI EN 934-4:2001 – 30/04/2001** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione – Additivi per malta per cavi di precompressione – Definizioni, requisiti e conformità*

MODALITÀ DI ACCETTAZIONE

I prodotti saranno valutati al momento della fornitura; la direzione dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità. In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime,

quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere).
I fluidificanti ed i superfluidificanti se utilizzati come "riduttori d'acqua" dovranno consentire una consistente riduzione del dosaggio d'acqua, mantenendo inalterata la lavorabilità dell'impasto, pari ai seguenti valori:

- fluidificanti su malta > 6%
- fluidificanti su calcestruzzi > 5%
- superfluidificanti su malta > 10%
- superfluidificanti su calcestruzzi > 10%.

*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 e per il calcestruzzo non armato, i cloruri non devono superare il 45% 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 at- trazione tra le particelle della miscela, diminuendo l'attrito nella fase di miscelazione. Gli additivi fluidificanti sono a base di resina di legno o di ligninsolfonari 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 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 l'omogeneizzazione delle malte e dei calcestruzzi, aumentando la coesione trai 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 calcestruzzo per mantenere le resistenze meccaniche entro valori accettabili.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

**UNI 7110:1972 – 30/11/1972** – *Additivi per impasti cementizi. Determinazione della solubilità in acqua distillata ed in acqua satura di calce.*

**UNI 7112:1972 – 30/11/1972** – *Additivi per impasti cementizi. Determinazione delle sostanze zuccherine riducenti.*

**UNI 7114:1972 – 30/11/1972** – *Additivi per impasti cementizi. Determinazione del potere schiumogeno degli additivi aeranti e fluidificanti– aeranti.*

**UNI 7115:1972 – 30/11/1972** – *Additivi per impasti cementizi. Determinazione della densità degli additivi liquidi o in soluzione.*

**UNI 7116:1972 – 30/11/1972** – *Additivi per impasti cementizi. Determinazione dell'alcalinità totale.*

**UNI 7117:1972 – 30/11/1972** – *Additivi per impasti cementizi. Determinazione della tensione superficiale di soluzioni contenenti additivi.*

**UNI 7118:1972 – 30/11/1972** – *Additivi per impasti cementizi. Determinazione della concentrazione idrogenionica (pH) di soluzioni contenenti additivi.*

**UNI 7120:1972 – 30/11/1972** – *Additivi per impasti cementizi. Determinazione dei tempi di inizio e di fine presa delle paste cementizie contenenti additivi antigelo.*

**UNI 9361:1989 – 31/07/1989** – *Additivi chimici per combustibili e norme per l'accettazione. Classificazione.*

**UNI EN 480-10:1998 – 31/01/1998** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione del tenore di cloruri solubili in acqua.*

**UNI EN 480-11:2000 – 31/07/2000** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione – Metodi di prova – Determinazione delle caratteristiche dei vuoti di aria nel calcestruzzo indurito.*

**UNI EN 480-12:1999 – 30/09/1999** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione – Metodi di prova – Determinazione del contenuto di alcali negli additivi.*

**UNI EN 480-1:1999 – 31/07/1999** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione – Metodi di prova – Calcestruzzo e malta di riferimento per le prove.*

**UNI EN 480-2:1998 – 31/01/1998** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione.Metodi di prova. Determinazione del tempo di presa.*

**UNI EN 480-4:1998 – 31/01/1998** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione della quantità di acqua essudata del calcestruzzo.*

**UNI EN 480-5:1998 – 31/01/1998** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione dell'assorbimento capillare.*

**UNI EN 480-6:1998 – 31/01/1998** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Analisi all'infrarosso.*

**UNI EN 480-8:1998 – 31/01/1998** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione. Metodi di prova. Determinazione del tenore di sostanza secca convenzionale.*

**UNI EN 934-2:1999 – 31/07/1999** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione – Additivi per calcestruzzo – Definizioni e requisiti.*

**UNI EN 934-4:2001 – 30/04/2001** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione – Additivi per malta per cavi di precompressione – Definizioni, requisiti e conformità.*

**UNI EN 934-6:2001 – 30/04/2001** – *Additivi per calcestruzzo, malta e malta per iniezione – Campionamento, controllo e valutazione della conformità, marcatura ed etichettatura.*

**Art.13 – Fibre e tessuti sintetici – Materiali compositi**

I materiali utilizzati per produrre filamenti particolarmente resistenti alla trazione ed al cedimento plastico sono sia polimerici che inorganici. Fra i materiali tradizionali più comunemente impiegati vi sono le poliammidi, le poliestere, le fibre meta-aramidiche e le fibre di vetro, mentre tra i materiali ad alte prestazioni recentemente sviluppati vi sono le fibre para- aramidiche, le fibre di carbonio, le fibre ad alto modulo di polietilene e di poli-eter-eter-chetone (PEEK).
Questi materiali si differenziano per le loro diverse caratteristiche elastiche e per le caratteristiche di resistenza ambientale ed al cedimento plastico.
MODALITÀ DI ACCETTAZIONE
I prodotti saranno valutati al momento della fornitura; la direzione dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità. In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere.
*Fibre in carbonio* – Quelle commercialmente prodotte sono caratterizzate da una struttura chimica che varia da quella del carbonio allo stato amorfo e quella della grafite cristallina. In dipendenza da ciò, variano anche le caratteristiche fisico/meccaniche: il modulo elastico può spaziare tra valori di 35 GPa (circa la metà di quelli delle fibre in vetro o dell'alluminio) a quasi 700 GPa (più di tre volte il modulo elastico dell'acciaio).
Le caratteristiche meccaniche di tre tra i più comuni tipi di fibre di carbonio, che vengono identificati come Carbonio ad Alta Resistenza, Carbonio ad Alto Modulo e Carbonio ad Altissimo Modulo, confrontate con quelle dell'acciaio tipo FeB44K sono le seguenti:

| Carbonio | | Alta resistenza | Alto modulo | Altissimo modulo | Acciaio FeB44K |
|---|---|---|---|---|---|
| Densità | $kg/m^3$ | 1800 | 1850 | 2100 | 7850 |
| Modulo elastico | GPa | 230 | 400 | 700 | 210 |
| Resistenza meccanica a trazione | MPa | 5000 | 3000 | 1500 | 540 |
| Deformazione a rottura | % | 2.0 | 0.9 | 0.3 | 20 |
| Resistenza specifica | Mpa/kg | 2.78 | 1.62 | 0.71 | 0.07 |

Il parametro che differenzia più marcatamente le fibre in carbonio dall'acciaio, è la cosiddetta resistenza specifica, ossia il rapporto tra la resistenza meccanica a trazione e il peso specifico che nelle prime risulta da 10 a 40 volte maggiore che nel secondo. Questa caratteristica rende i composti in fibra di carbonio particolarmente utili in settori dove la leggerezza è un parametro essenziale. Nel settore delle costruzioni civili il tipo di fibre in carbonio maggiormente utilizzato e quello ad Alta Resistenza (E = 230 GPa; $f_{fk}$ = 4000-5000 MPa) seguito a lunga distanza dal Carbonio ad Alto Modulo (E = 400 GPa; $f_{fk}$ = 3000 MPa). Il carbonio ad Altissimo Modulo non viene praticamente utilizzato.

Per le loro caratteristiche si farà riferimento alle seguenti norme UNI:
**UNI EN 13003-1:2001 – 30/06/2001** – *Fili di fibre di para-aramide – Designazione.*
**UNI EN 13003-3:2001 – 30/06/2001** – *Fili di fibre di para-aramide – Specifiche tecniche.*
Per la verifica delle loro caratteristiche:
**UNI EN 13003-2:2001 – 31/07/2001** – *Fili di fibre di para-aramide – Metodi di prova e specifiche generali.*
*Fibre di vetro.* Per la loro resistenza in trazione ed allo strappo, l'alto modulo e stabilità dimensionale, le fibre di vetro sono utilizzate già da molti anni per la produzione di tessuti e materiali di rinforzo per compositi. Esse sono ottenute per filatura a caldo di vetri di composizione opportuna (generalmente degli allumino-boro silicati) in funzione del tipo di applicazione e dell'ambiente in cui dovrà operare. I tipi di vetro comunemente usati per fibre sono il tipo E ed il tipo S, con densità di circa 2,6 g/cm$^3$, con moduli elastici di circa 80 e 90 GPa e resistenze a rottura di 3,5 e 4,5 GPa, rispettivamente. Per ottenere dei compositi di buone caratteristiche sotto sforzo, l'allungamento a rottura della fibra (3 e 6% per molti com- positi) deve essere minore e la rigidezza maggiore di quella della matrice. Il trasferimento degli sforzi dalla matrice alla fibra viene migliorato con l'ausilio di rivestimenti chimici.
Questi agenti di accoppiamento possono migliorare di molto le caratteristiche meccaniche del risultante composito.
*Poliammidi.* Uno dei primi materiali polimerici prodotti è stato proprio il filamento di Nylon, una poliammide ottenuta per policondensazione di diammine ed acidi dicarbossilici che possono essere lineari o con contenuto di gruppi aromatici fino all'85% in peso (per contenuti di aromatici nella struttura ripetitiva superiori all'85% si parla di aramidi). Il Nylon 6/6, per esempio, è ottenuto da una diammina ed un acido dicarbossilico lineari con 6 atomi di carbonio. La reazione tra ammina ed acido produce l'ammide (NH-CO) che caratterizza questa classe di materiali. Questa macromolecola è molto flessibile, è in grado di ruotare su ogni legame e produce fibrille di polimero allineate con zone amorfe e cristalliti orientati nella direzione dello stiro. Il Nylon presenta una grossa affinità per l'acqua e la sua resistenza alle radiazioni ultraviolette non è molto alta ma, se opportunamente protetto da un idoneo rivestimento, può raggiungere un'accettabile resistenza ambientale. Comunque, a causa del suo basso modulo di elasticità (circa 5 GPa), della tendenza al cedimento plastico sotto carico e delle variazioni dimensionali indotte dall'assorbimento di acqua (allungamenti delle fibre in ambienti umidi ed accorciamenti in ambienti secchi) rende questo materiale problematico per le applicazioni dove il pretensionamento del tessuto e la stabilità dimensionale sono critici. La resistenza di questa fibra varia tra 500 e 700 MPa, ma, come anche il modulo elastico, viene significativamente ridotta in presenza di umidità assorbita.
*Le fibre in poliestere.* Sono ottenute per filatura di un polimero aromatico ottenuto per policondensazione dell'acido tereftalico e di un dialcool (glicole). Il poliestere più comunemente utilizzato è il Polietilentereftalato (PET). La struttura del- le fibre orientate è simile a quella delle poliammidi. Il polestere contiene un anello aromatico che lo rende meno flessibile delle macromolecole poliammidiche. Le fibre di PET, infatti, sono caratterizzate da un modulo elastico più alto, circa 18 GPa, e da resistenza a rottura simile a quella del Nylon.

L'estensibilità, al pari del modulo elastico, comunque, dipende molto dal livello di orientazione indotto dal processo di filatura.
La resistenza alle radiazioni ultraviolette di queste fibre è molto alta e la loro sensibilità verso l'umidità ed al cedimento plastico molto bassa.
Queste caratteristiche le rendono adatte alle applicazioni dove sono richieste buone caratteristiche di stabilità dimensionale. La stabilità dimensionale può essere ulteriormente migliorata con trattamenti termici di ricottura delle fibre sottoposte a trazione.
*Fibre aramidiche.* Le poliammidi aromatiche con contenuto di gruppi aromatici superiore all'85% vengono indicate come aramidiche. Le prime fibre aramidiche sono state prodotte negli anni '60 e sono quelle a base di Poli-fenilendiammina- isoftalammide commercializzate come Nomex. Questa fibra è adatta alle applicazioni dove sono richieste alte resistenze al calore. Presenta un modulo elastico comparabile a quello del poliestere ma meno variabile con la temperatura. Queste fibre vengono ottenute direttamente dal processo di polimerizzazione in quanto non possono essere fuse neanche a temperature superiori ai 400°C. Il polimero, infatti, degrada prima ancora di fondere. Sono state poi sintetizzate fibre poliammidiche aromatiche con elevatissime caratteristiche meccaniche ottenute per fila- tura umida di una soluzione liquido-cristallina di p-fenilendiammina e cloruro tereftalico polimerizzata in acido solforico: il Kevlar.
In funzione delle caratteristiche dei monomeri (per esempio la lunghezza della diammina aromatica) possono essere ottenuti polimeri aramidici con diverse caratteristiche meccaniche. Fra i più comuni vi sono il Kevlar 29 e 49. Il modulo elastico del Kevlar 49 è di 135 GPa e la resistenza a rottura di 3,6 GPa: questo materiale risulta così 5 volte più resistente di un filo di acciaio di pari peso in quanto la sua tendenza è di solo 1,4 g/cm3. La struttura altamente anisotropa di queste fibre aramidiche le rende, comunque, molto deboli nelle altre direzioni ed adatte solo ad applicazioni dove siano presenti solo carichi di trazione. La loro resistenza a compressione, infatti, è bassissima. D'altra parte, le stesse cause che impartiscono bassa resistenza a compressione sono anche quelle che inducono un'altissima tenacità a questo materiale (le fibre aramidiche vengono utilizzate per produrre strutture ad alta resistenza all'impatto come, per esempio, quelle antiproiettile). Il cedimento di questi materiali è sempre fibrillare in trazione e, quando soggette a flessione, hanno un cedimento plastico della zona in compressione che permette lo spostamento dell'asse neutro, non facendo raggiungere il limite di rottura nella zona in trazione ed aumentando quindi la capacità della fibra di deformarsi. L'alta tenacità caratteristica di queste fibre aramidiche, quindi, ne consiglia l'uso in applicazioni dove sono richieste alte resistenze all'impatto. Nuove formulazioni denominate come Kevlar 149 sono in studio e si prevede che possano raggiungere moduli elastici di circa 190 GPa e resistenze alla trazione di 3-4 GPa. I materiali compositi rinforzati con fibre aramidiche presentano note- voli inconvenienti nelle lavorazioni meccaniche.
*Fibre di polietilene ad alto modulo.* Le fibre di polietilene ad alto modulo sono ottenute per estrusione allo stato solido di polietilene ad alta densità in condizioni tali da convertire i segmenti polimerici disordinati in barre fortemente estese. Questa struttura molecolare permette il raggiungimento di moduli elastici molto alti e vicini a quelli teorici delle macromolecole orientate. In particolare, si raggiungono moduli di 170 GPa e resistenze di 2 GPa in un materiale di densità molto bassa, 0,97

g/cm3. La sua resistenza specifica, quindi, può risultare anche più alta di quella delle fibre aramidiche più avanzate. Trattandosi di macromolecole poliolefiniche, comunque, l'adesione a matrici polimeriche di tipo diverso può essere molto scadente.

| CARATTERISTICHE MECCANICHE | | |
|---|---|---|
| FIBRE DI VETRO | FIBRE DI CARBONIO | FIBRE ARAMIDICHE |
| Modulo elastico 70Gpa | Modulo elastico 200Gpa | Modulo elastico 140GPa |
| Res. a rottura 2500MPa | Res. a rottura 2500MPa | Res. a rottura 2000MPa |
| Massa volumica 2,6g/cmc | Massa volumica 1,9g/cmc | Massa volumica 1,4g/cmc |

*Ibridi.* Con questo termine si identificano gli accoppiamenti di diversi tipi di fibre finalizzati al bilanciamento di alcune caratteristiche o debolezze dei singoli materiali.
Esempi frequenti sono quelli in cui vengono tessuti assieme fibre di carbonio (molto fragili ma rigidissime) con le più duttili fibre di vetro. Allo stesso modo, al fine di migliorare la resistenza all'impatto vengono utilizzati degli ibridi con fibre di aramidiche e vetro o aramidiche e carbonio. I possibili tipi di accoppiamenti, comunque, sono molteplici e possono essere mirati a specifiche condizioni di carico ed ambientali.

MATERIALI COMPOSITI

Quando due o più materiali vengono mescolati assieme, il materiale composito risultante ha molto spesso proprietà fisiche che sono considerevolmente diverse dalle proprietà dei singoli costituenti. Molti prodotti tessili tecnici si presentano sotto forma di materiali compositi tessili, che consistono di due o più materiali di diversa natura, collegati tra di loro per adesione o coesione (mediante un terzo materiale).
Le loro forme di presentazione sono:

- compositi stratificati (superfici spalmate od accoppiate, laminati)
- compositi a matrice (es. nontessuti coesionati con un legante).

Sotto il profilo della struttura, oltre ai tessili spalmati (supporti tessili, superficie o substrato in plastica) meritano considerazione le sostanze plastiche a contenuto tessile (supporto in plastica, strato esterno in materiale tessile). I componenti sono collegati tra di loro di solito per adesione (metodo tipico per i prodotti leganti).
Si hanno poi le strutture composite: una struttura composita flessibile o rigida è formata da un substrato in tessuto di fibre impregnate e protette da una matrice polimerica flessibile o rigida.

*Tessuti di rinforzo*

I tessuti che troviamo sotto forma di:

*a)* tessuti unidirezionali; sono utilizzati dei trefoli di fibre orientate in un'unica direzione ed allineate su di un piano.

*b)* tessuti intrecciati convenzionali; la maggior parte dei tessuti più comunemente utilizzati sono intrecci convenzionali di trefoli di filamenti. La struttura intrecciata blocca i filamenti dell'ordito e della trama. I filamenti della trama e dell'ordito non sono completamente distesi ma, nel sovrapporsi alternativamente, si incurvano aumentando la deformabilità finale del tessuto.

*Tessuti ad intreccio piano*
Un intreccio piano viene utilizzato per tessuti da impregnare e ricoprire con una matrice polimerica al fine di eliminare l'incurvamento dei filamenti fuori dal piano del laminato e di ottenere un materiale con proprietà elastiche più uniformi. In questo tipo di struttura, i filamenti della trama sono solo appoggiati su quelli dell'ordito (non intrecciati con essi) e vengo- no successivamente cuciti fra loro con un filamento molto leggero. Le fibre possono essere disposte in modo ordinato (tese ed allineate) o disordinato (curve e non allineate come nei materiali). In questo caso, d'altra parte, è difficile prevedere quali possano essere le caratteristiche meccaniche del risultante materiale.
Tessuti ad intreccio su più assi. L'uso di tessuti multiassiali è finalizzato all'ottenimento di una maggiore resistenza allo strappo ed agli sforzi di taglio. Un esempio di tessuto intrecciato su più assi è quello triassiale nel quale i filamenti sono intrecciati con angoli di circa 60°.

*Geotessili*
Per geotessili si intendono i prodotti utilizzati per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) ed in coperture. La natura del polimero costituente è varia (polieste- re, polipropilene, poliammide, ecc.). Si distinguono in:

- tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);
- non tessuti: feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si hanno non tessuti ottenuti da fiocco o da fila- mento continuo.

Sono caratterizzati da:

- filamento continuo
- trattamento legante meccanico, chimico o termico.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette s'intende comprovato quando il prodotto risponde ad una norma UNI o è in possesso di attestato di conformità; in loro mancanza valgono i valori dichiarati dal produttore se accettati dalla direzione dei lavori.

**Art.14 – Prodotti per coperture**

L'appaltatore sottoporrà i prodotti sottoelencati all'approvazione della direzione dei lavori ai fini della loro accettazione. La direzione dei lavori potrà procedere a controlli su campioni della fornitura o richiederne un attestato di conformità alle prescrizioni di seguito indicate.

1) *Tegole e coppi in laterizio* – Le tegole ed i coppi di laterizio per coperture ed i loro pezzi speciali denominati secondo le dizioni commerciali usuali marsigliese, romana, ecc. dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto ed alle seguenti prescrizioni:

a) i difetti visibili saranno ammessi nei seguenti limiti:

– le fessure non devono essere visibili o rilevabili a percussione;

- le protuberanze e le scagliature non devono avere diametro medio (tra massimo e minimo) maggiore di 15 mm e non deve esserci più di una protuberanza; è ammessa una protuberanza di diametro medio tra 7 e 15 mm ogni 2 $dm^2$ di superficie proiettata;
- le sbavature sono tollerate purché permettano un corretto assemblaggio;

*b)* sulle dimensioni nominali e la forma geometrica sono ammesse le tolleranze seguenti: lunghezza ± 3%; larghezza ± 3% per tegole e ± 8% per coppi;

*c)* sulla massa convenzionale è ammessa tolleranza del 15%;

*d)* l'impermeabilità non deve permettere la caduta di goccia d'acqua dall'intradosso;

*e)* resistenza a flessione: forza F singola maggiore di 1000 N;

*f)* carico di rottura valore singolo della forza F maggiore di 1000 N e valore medio maggiore di 1500 N. In caso di contestazione si farà riferimento alle norme:

**UNI 8626:1984 – 30/11/1984** – *Edilizia. Prodotti per coperture discontinue. Caratteristiche, piani di campionamento e limiti di accettazione.*

**UNI 8635 (da 1 a 16)** – *Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue.*

**UNI EN 1304:2000 – 31/10/2000** – *Tegole di laterizio per coperture discontinue – Definizioni e specifiche di prodotto.*

Le tegole ed i coppi devono essere forniti su appositi pallets, legati e protetti da azioni meccaniche, chimiche e sporco che possano degradarli nella fase di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Gli imballaggi, solitamente di materiale termoretraibile, devono contenere un foglio informativo riportante il nome del fornitore e le indicazioni dei commi da a) ad f) ed eventuali istruzioni complementari.

*2) Tegole in cemento* – Le tegole di in cemento per coperture ed i loro pezzi speciali denominati secondo le dizioni commerciali usuali: portoghese, olandese, ecc., dovranno avere la colorazione realizzata direttamente nell'impasto con pigmentazioni. La pendenza della falda potrà variare ad un minimo di 29 ÷ 30% adottando le necessarie sovrapposizioni; in caso di pendenze inferiori 17 ÷ 18% sotto il manto di copertura deve essere collocato un manto di impermeabilizzazione. In caso di pendenza superiore al 45% le tegole devono essere opportunamente fissate al supporto anche mediante chiodatura.

Le tegole in cemento devono rispondere alle prescrizioni del progetto esecutivo ed in mancanza e/o completamento alle prescrizioni di seguito elencate:

*a)* i difetti visibili sono ammessi nei seguenti limiti:

- le fessure non sono ammesse
- le incavature non devono avere profondità maggiore di 4 mm (escluse le tegole con superficie granulata)
- le protuberanze sono ammesse in forma lieve per tegole colorate nell'impasto
- le scagliature sono ammesse in forma leggera
- le sbavature e deviazioni sono ammesse purché non impediscano il corretto assemblaggio del prodotto;

*b)* sulle dimensioni nominali e la forma geometrica sono ammesse le seguenti tolleranze:

- lunghezza ± 1,5%

- larghezza ± 1%
- altre dimensioni dichiarate ± 1,6%
- ortometria scostamento orizzontale non maggiore dell'1,6% del lato maggiore;

c) sulla massa convenzionale è ammessa la tolleranza del ± 10%;

d) l'impermeabilità non deve permettere la caduta di gocce d'acqua, dall'intradosso, dopo 24 h;

e) dopo i cicli di gelività la resistenza a flessione F deve essere maggiore od uguale a 1800 N su campioni maturati 28 giorni;

f) la resistenza a rottura F del singolo elemento deve essere maggiore od uguale a 1000 N; la media deve essere maggio- re od uguale a 1500 N;

g) i criteri di accettazione sono quelli del punto 58.1.

In caso di contestazione per difetti e limiti di accettazione si farà riferimento alle norme:

**UNI 8626:1984 – 30/11/1984** – *Edilizia. Prodotti per coperture discontinue. Caratteristiche, piani di campionamento e limiti di accettazione.*

**UNI 8627:1984 – 31/05/1984** – *Edilizia. Sistemi di copertura. Definizione e classificazione degli schemi funzionali, soluzioni conformi e soluzioni tecnologiche.*

I prodotti devono essere forniti su appositi pallets legati e protetti da azioni meccaniche, chimiche e sporco che possano degradarli nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

3) *Le lastre di fibrocemento*

Le lastre possono essere dei tipi seguenti:

- lastre piane (a base: fibrocemento e silico calcare; fibrocemento; cellulosa; fibrocemento/silico calcare rinfor- zati);
- lastre ondulate a base di fibrocemento aventi sezione trasversale formata da ondulazioni approssimativamente sinusoidali; possono essere con sezioni traslate lungo un piano o lungo un arco di cerchio;
- lastre nervate a base di fibrocemento, aventi sezione trasversale grecata o caratterizzata da tratti piani e tratti sagomati.

I criteri di controllo sono quelli indicati in 58.2.

2) Le lastre piane devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto esecutivo ed in mancanza od integra- zione alle seguenti:

a) larghezza 1200 mm, lunghezza scelta tra 1200, 2500 o 5000 mm con tolleranza ± 0,4% e massimo 5 mm;

b) spessore. mm (scelto tra le sezioni normate) con tolleranza ± 0,5 mm fino a 5 mm e ± 10% fino a 25 mm;

c) rettilineità dei bordi: scostamento massimo 2 mm per metro, ortogonalità 3 mm per metro;

d) caratteristiche meccaniche (resistenza a flessione):

- tipo 1: 13 N/mm$^2$ minimo con sollecitazione lungo le fibre, e 15 N/mm$^2$ minimo con sollecitazione perpen- dicolare alle fibre
- tipo 2: 20 N/mm$^2$ minimo con sollecitazione lungo le fibre, e 16 N/mm$^2$ minimo con

sollecitazione perpen- dicolare alle fibre

*e)* massa volumica apparente:

– tipo 1: 1,3 g/cm$^2$ minimo

– tipo 2: 1,7 g/cm$^2$ minimo

*f)* tenuta d'acqua con formazione di macchie di umidità sulle facce inferiori dopo 24 h sotto battente d'acqua ma senza formazione di gocce d'acqua;

*g)* resistenza alle temperature di 120 °C per 2 h con decadimento della resistenza a flessione non maggiore del 10%.

3) Le lastre ondulate devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto ed in mancanza o ad integrazione alle seguenti:

*a)* facce destinate all'esposizione alle intemperie lisce, bordi diritti e taglio netto e ben squadrate ed entro i limiti di tolleranza; caratteristiche dimensionali e tolleranze di forma secondo quanto dichiarato dal fabbricante ed accettato dalla direzione dei lavori;

*b)* tenuta all'acqua;

*c)* resistenza a flessione, secondo i valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla direzione dei lavori;

*d)* resistenza al gelo dopo 25 cicli in acqua a temperatura di + 20 °C seguito da permanenza in frigo a –20 °C, non devono presentare fessurazioni, cavillature o degradazione;

*e)* la massa volumica non deve essere minore di 1,4 kg/dm$^2$.

Gli accessori devono rispondere alle prescrizioni sopraddette per quanto attiene l'aspetto, le caratteristiche dimensionali e di forma, la tenuta all'acqua e la resistenza al gelo.

4) Le lastre nervate devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto ed in mancanza o ad integrazione a quelle indicate nel punto 3.

NORME DI RIFERIMENTO:

**UNI EN 492:1995 – 30/09/1995** – *Lastre piane di fibrocemento e relativi accessori per coperture. Specifiche di prodotto e metodi di prova.*

**UNI EN 494:1995 – 31/10/1995** – *Lastre nervate di fibrocemento e relativi accessori per coperture. Specifiche di prodotto e metodi di prova.*

**UNI 10636:1998 – 30/09/1998** – *Lastre ondulate di fibrocemento per coperture – Istruzioni per l'installazione.*

*d) Lastre di materia plastica rinforzata*

Le lastre di materia plastica rinforzata o non rinforzata si intendono definite e classificate secondo le norme UNI vigenti.

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza e/o completamento alle seguenti prescrizioni:

*e) Lastre di metallo*

Le lastre di metallo (acciaio zincato, acciaio zincato-alluminio, acciaio zincato-rame, alluminio) ed i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo la usuale terminologia commerciale. Essi dovranno rispondere alle prescrizioni del pro- getto. I criteri di accettazione sono quelli già indicati.

In caso di contestazione si fa riferimento alla norma: UNI 10372:1994 – 31/05/1994 – *Coperture discontinue. Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione con elementi metallici in lastre*. Le lamiere saranno inoltre esenti da difetti visibili (quali scagliature, bave, crepe, crateri, ecc.) e da difetti di forma (svergolamento, ondulazione, ecc.) che ne pregiudichino l'impiego e/o la messa in opera e dovranno avere l'eventuale ri- vestimento superficiale prescritto nel progetto.
La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

*f) Prodotti di pietra*

I prodotti di pietra dovranno rispondere alle caratteristiche di resistenza a flessione, resistenza all'urto, resistenza al gelo e disgelo, comportamento agli aggressivi inquinanti. I limiti saranno quelli prescritti dal progetto o quelli dichiarati dal fornitore ed accettati dalla direzione dei lavori. La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fornitore e la corrispondenza alle caratteristiche richieste.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO:

**UNI 8625-1** *Edilizia. Prove di coperture discontinue. Determinazione della permeabilità all'acqua.*

**UNI 8625-1, FA 1-93** *Edilizia. Prove di coperture discontinue. Determinazione della permeabilità all'acqua.*

**UNI 8626** *Edilizia. Prodotti per coperture discontinue. Caratteristiche, piani di campionamento e limiti di accettazione.*

**UNI 8627** *Edilizia. Sistemi di copertura. Definizione e classificazione degli schemi funzionali, soluzioni conformi e soluzioni tecnologiche.*

**UNI 8635-(da 1 a 6)** *Edilizia. Prove di prodotti per coperture discontinue.*

**UNI 9308-1** *Coperture discontinue. Istruzione per la progettazione. Elementi di tenuta.*

**UNI 10372** *Coperture discontinue. Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione con elementi metallici in lastre.*

Le tubazioni avranno, in genere, le caratteristiche e le dimensioni indicate negli elaboratori di progetto; le giunzioni dovranno essere eseguite con la tecnica più adatta mediante appositi giunti, manicotti o pezzi speciali in modo tale da evitare perdite qualunque sia il motivo che possa determinarle.
L'appaltatore dovrà fissare le tubazioni non interrate con i sistemi consigliati dal produttore, previsti dagli elaboratori di progetto o ordinati dal D.L. (staffe, cravatte, ecc.) in modo atto a garantire il loro saldo ancoraggio alle murature.
Collocherà le tubazioni interrate alla profondità prevista dagli elaboratori di progetto con la pendenza più idonea al movimento dei fluidi che essi convogliano.

Proteggerà le tubazioni in metallo contro la corrosione ricorrendo ai sistemiche la D.L. riterrà più adatti al materiale che le costituisce (resine, bitumi ossidati, antiruggine, guaine, ecc.).
Tutte le tubazioni che convogliano fluidi o gas dovranno essere coibentate, schermate contro fenomeni di condensa e verniciate con le tinte stabilite dalla norma **UNI 5634** al fine di renderle

identificabili.
Sui tubi destinati al convogliamento delle acque potabili dovrà essere impressa una sigla o un'avvertenza che li renda distinguibili da quelli riservati ad altro utilizzo.
Le caratteristiche richieste per ogni tipo saranno le seguenti.
MODALITÀ DI ACCETTAZIONE
I prodotti saranno valutati al momento della fornitura; la direzione dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità. In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancanza di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere).

a) *Tubi di ghisa* – I tubi di ghisa saranno perfetti in ogni parte, esenti da ogni difetto di fusione di spessore uniforme e senza soluzioni di continuità o difetti di lavorazione che possano pregiudicarne la funzionalità e la durata secondo le seguenti norme:
- dalla **UNI 5336** alla **UNI 5340**
- dalla **UNI 6558** alla **UNI 6578**.

L'appaltatore li fornirà in opera ben protetti sia all'interno che all'esterno con uno strato consistente ed omogeneo di catrame, bitume a caldo, resine sintetiche o malta cementizia centrifugata secondo quanto prescritto in progetto o ordinato dalla D.L. in funzione dello specifico utilizzo; il sistema di protezione non dovrà, tuttavia, influenzare negativamente le caratteristiche organolettiche dei fluidi convogliati.

b) *Tubi di acciaio* – Dovranno essere costituiti da acciaio trafilato, e saranno ben calibrati, dritti, di sezione circolare omogenea e privi di difetti che possano pregiudicarne la funzionalità e la durata (**UNI 5447**).

L'appaltatore li fornirà in opera ben protetti sia all'interno che all'esterno con il sistema prescritto dagli elaborati di pro- getto o ordinato dalla D.L.; in ogni caso, lo strato protettivo dovrà presentarsi con la superficie ben pulita e priva di grumi, di spessore uniforme, ben aderente al pezzo ed adatto allo specifico utilizzo.
Le caratteristiche costruttive, le dimensioni esterne ed interne, gli spessori, i giunti, i manicotti ed i pezzi speciali, saranno, in funzione del loro utilizzo, quelli stabiliti dalle specifiche norme:
**UNI 6363** – *Tubi di acciaio, senza saldatura e saldati, per condotte di acqua.*
**UNI 6363 FA 199-86 –** *Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 6363. Tubi di acciaio, senza saldatura e saldati, per condotte di acqua.*
**UNI 7929 –** *Tubi di acciaio. Curve da saldare, tipi 3D e 5D (45°, 90° e 180°), senza prescrizioni di qualità.*
**UNI 8863 –** *Tubi senza saldatura e saldati, di acciaio non legato, filettabili secondo UNI ISO 7/1.*
**UNI 8863 FA 1-89 –** *Tubi senza saldatura e saldati, di acciaio non legato, filettati secondo UNI ISO 7/1.*
**UNI ISO 50 –** *Tubazioni. Manicotti di acciaio, filettati secondo ISO 7/1.*
**UNI 10416-1 –** *Tubi di acciaio impiegati per tubazioni interrate o sommerse. Rivestimento esterno di polipropilene applicato per estrusione. Rivestimento a triplo strato.*

**UNI EN 10208-1 –** *Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione A.*
**UNI EN 10208-2 –** *Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione B.*
**UNI ENV 10220** – *Tubi lisci di acciaio, saldati e senza saldatura. Dimensioni e masse lineiche.*
**UNI 10190** – *Prodotti tubolari di acciaio impiegati per tubazioni. Rivestimento esterno in nastri di polietilene autoadesivi.*
**UNI 10191** – *Prodotti tubolari di acciaio impiegati per tubazioni interrate o sommerse. Rivestimento esterno di polietilene applicato per fusione.*

c) *Tubi di grès* – In assenza di specifiche norme UNI si farà riferimento alle vigenti norme ASSOGRES. I materiali di grès ceramico devono essere a struttura omogenea, smaltati internamente ed esternamente con smalto vetroso, non deformati, privi di screpolature, lavorati accuratamente e con innesto o manicotto o bicchiere.

I tubi saranno cilindrici e diritti tollerandosi solo eccezionalmente nel senso della lunghezza, curvate con freccia inferiore ad 1/100 della lunghezza di ciascun elemento. In ciascun pezzo i manicotti devono essere conformati in modo da per- mettere una buona giunzione, l'estremità opposta sarà lavorata esternamente a scannellatura.

I pezzi battuti leggermente con un corpo metallico dovranno rispondere con suono argentino per denotare buona cottura ed assenza di screpolature non 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 ne assorba più di 3,5 per cento in peso; ogni elemento di tubazione, provato isolamento, deve resistere alla pressione interna di almeno tre atmosfere.

d) *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 uni- forme e scevri affatto da screpolature. Le superfici interne dovranno essere intonacate e lisciate. La frattura dei tubi di ce- mento dovrà essere pure compatta, senza fessure ed uniforme. Il ghiaiettino del calcestruzzo dovrà essere così intimamente mescolato con la malta, che i grani dovranno rompersi sotto l'azione del martello senza distaccarsi dalla malta.

L'appaltatore li fornirà in opera adottando il sistema di giunzione (semi rigida, plastica a caldo o a freddo, elastica) che la D.L. riterrà più idoneo allo specifico utilizzo (**UNI ISO 4482**). Per il convogliamento e lo scarico di acque nere sarà vie- tato l'utilizzo di tubi in cemento senza che essi siano debitamente trattati con idonee sostanze protettive.

*e) Tubo di terracotta* – I tubi in terracotta a pasta colorata dovranno provenire dalla lavorazione di argille facilmente fu- sibili e ad alto contenuto di carbonato di calcio (fino al 30%).
Il carbonato di calcio finemente macinato dovrà essere sparso in modo uniforme nell'argilla assolutamente scevra di grossi grumi di sabbia calcarea capaci di formare durante il procedimento di cottura vistose inclusioni di calce che a con- tatto con l'acqua rigonfierebbero producendo fessurazioni.

*f) Tubi di PVC rigido* – Formati per estrusioni di mescole a base di cloruri di polivinile (stabilizzato e privo di additivi plastificanti), dovranno essere ben calibrati, di struttura omogenea, di colorazione uniforme, non deformati e resistenti alle alte temperature (70-95).
Le loro caratteristiche tecnologiche, la pressione nominale, i diametri e gli spessori, in relazione all'utilizzo, dovranno essere quelli prescritti dagli elaborati di progetto e dalle norme **UNI 7441-48** e **7475**. I sistemi di giunzione, i raccordi, le curve ed i pezzi speciali avranno le caratteristiche richieste dalla norma UNI 7442 e 8453. Se utilizzati per l'adduzione e la distribuzione delle acque in pressione dovranno avere le caratteristiche richieste dalla Circolare del Ministero della Sanità n.125 del 18 luglio 1967.
**SS UNI E13.08.497.0 – 01/09/1990** – *Tubi in PVC rigido (non plastificato) per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti (codice ICS: 23.040.20).*
**UNI 8649:1985 – 01/09/1985** – *Profilati di PVC rigido (non plastificato) per applicazioni edilizie. Metodi di prova generali. (codice ICS: 83.140).*
**UNI ISO/TR 7473:1983 – 30/06/1983** – *Tubi e raccordi di policloruro di vinile (PVC) rigido (non plastificato). Resi- stenza chimica nei confronti dei fluidi (codice ICS: 23.040.20 23.040.45).*

*g) Tubi di rame* – L'appaltatore dovrà fornire esclusivamente tubi costituiti da rame Cu-DHP (UNI 5649 parte 1) a superficie (interna ed esterna) perfettamente liscia e priva di difetti.
Sui tubi, ad intervalli di 60 cm, deve essere visibile la punzonatura indicante il marchio, il nome del produttore, l'anno di fabbricazione ed il titolo di purezza del materiale. Il rivestimento dei tubi di rame sarà quello previsto dall'art.12 del D.M. 1052.
Le prove di accettazione per i tubi in rame saranno quelle previste dalla normativa **UNI 6507**.
Le giunzioni dovranno essere effettuate mediante manicotti, raccordi e pezzi speciali che, conformi alla norma **UNI 8050/4-11**, andranno posizionati nei tubi ben tagliati a squadra, calibrati e puliti.
I diametri e gli spessori, i sistemi di fissaggio e di curvatura saranno quelli prescritti dagli elaborati di progetto o ordinati dalla D.L.
I tubi di rame devono rispondere ai requisiti previsti dalle seguenti norme:
**UNI EN 1057** – *Rame e leghe di rame. Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanita- rie e di riscaldamento.*
**UNI 6507 –** *Tubi di rame senza saldatura per distribuzione fluidi. Dimensioni, prescrizioni e prove.*

*i) Tubi di piombo* – Si dovranno impiegare tubi confezionati con piombo finemente lavorato, privo di difetti ed impurità, duttile, grigio ed in sonoro alla percussione secondo le norme **UNI 3165 e**

**6450**. I tubi in piombo per impieghi generali e per condotte in pressione sono regolamentati rispettivamente dalle norme:
**UNI 7527-1 –** *Tubi di piombo. Tubi per impieghi generali.* **UNI 7527-2 –** *Tubi di piombo. Tubi per condotte in pressione.* **UNI 7043 –** *Curve di piombo. Dimensioni e prescrizioni.*
Sarà vietato utilizzare tubi in piombo per la realizzazione di condotte di acqua calda o potabile anche per raccordi di piccola entità.

**Art.15 – Sostanze impregnanti – Generalità**

L'impregnazione dei materiali che costituiscono l'involucro esterno degli edifici, è una lavorazione tesa a prevenire il degrado operato da un'azione fisica, che agisce mediante un continuo bombardamento di microparticelle presenti nell'atmosfera e spinte dai venti. L'impregnante, in questo caso, dovrà evitare una rapida disgregazione delle superfici; un'azione chimica, che agisce mediante un contatto, occasionale o continuato, con sostanze attive quali piogge acide ed inquinanti atmosferici. 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 rivestite con intonaci e coloriture realizzati nel corso dei lavori di restauro; rivestite con intonaci e coloriture preesistenti al restauro; prive di rivestimento con pietra a vista compatta e tenace; prive di rivestimento con pietra a vista tenera e porosa.
Essendo, quindi, varia sia la natura dei materiali che formano le superfici esterne che il tipo di agenti che innescano il degrado, le sostanze impregnanti dovranno svolgere le seguenti funzioni:

- difesa dall'attacco chimico che si effettuerà mediante la idrofobizzazione dei supporti in modo da renderli adatti a li- mitare l'assorbimento delle acque meteoriche;
- difesa dall'attacco fisico che si otterrà mediante il consolidamento dei supporti al fine di accrescere o fornire quelle capacità meccaniche di resistenza al degrado che non hanno mai posseduto o che, col trascorrere del tempo, si sono indebolite. La scelta delle sostanze impregnanti sarà effettuata in funzione delle risultanze emerse a seguito delle diagnosi e delle indagini preliminari (vedi lo specifico articolo del presente disciplinare). In particolare, le caratteristiche richieste in base al loro impiego, saranno le seguenti:

- elevata capacità di penetrazione
- buona inerzia chimica nei confronti dei più diffusi agenti inquinanti
- comprovata inerzia cromatica
- soddisfacente compatibilità fisico/chimica con il materiale da impregnare
- totale reversibilità della reazione d'indurimento.

MODALITÀ DI ACCETTAZIONE
I prodotti saranno valutati al momento della fornitura; la direzione dei lavori ai fini della loro accettazione può procedere a controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità. In caso di contestazione i metodi di campionamento e di prova delle caratteristiche di cui sopra sono quelli stabiliti dalle norme UNI ed in mancan- za di queste ultime, quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali od estere).

**Art.16 – Impregnanti contro la formazione di efflorescenze saline**

Gli impregnanti da utilizzare per i trattamenti antisalinità o stabilizzanti della salinità, oltre a possedere le caratteristiche di cui all'art. "Sostanze impregnanti – Generalità", dovranno essere in grado di:

- impregnare in profondità anche i supporti umidi
- inibire le migrazioni saline dall'interno della struttura verso le superfici esterne
- agire ad ampio spettro su tutti i tipi di formazioni saline
- lasciare inalterata la permeabilità al vapore del supporto
- assicurare la possibilità di ripetere più volte il trattamento
- non generare nei supporti strati con differenti caratteristiche

meccaniche. Avranno, inoltre, le seguenti caratteristiche:

- agente chimico attivo : miscela di derivati del silicio
- peso specifico: < 0, 90 g/cmc +/– 2%
- residuo secco: > 20% in peso +/– 2%
- flash point: > 21°C.

Per i trattamenti antisalinità si utilizzano, in genere, prodotti a base di silani, silossani e polisilossani (o combinazioni fra tali resine) in dispersione acquosa che hanno la proprietà di formare un filtro antisalinità ad ampio spettro contro diversi tipi di sali (cloruri, nitrati e solfati). Va escluso l'uso di reattivi (acido fluoridrico, fluosilicato di piombo, fluosilicati alca- lini) "distruttori" di specifici sali in quanto queste sostanze possono produrre all'interno dei pori, come conseguenza della reazione chimica, dei depositi di cristalli capaci di variare le caratteristiche meccaniche degli strati più esterni della muratura.

**Art.17 – Impregnanti ad effetto consolidante**

L'impregnante ad effetto consolidante da utilizzare nei lavori di restauro, dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- elevata capacità di penetrazione nelle zone di pietra carenti di legante
- resistenza chimica agli agenti inquinanti
- spiccata capacità di ripristinare i leganti della pietra senza depositare sali superficiali
- capacità di fare trasparire la pietra in modo da conservare la diffusione del vapore
- profonda penetrazione che eviti la formazione di pellicole in superficie
- "pot-life" molto lungo tale da consentire l'indurimento solo ad impregnazione completata
- perfetta trasparenza priva di effetti traslucidi
- capacità di mantenere inalterato il colore della pietra.

1) *Resine organiche* – Alcune resine organiche, diluite con solventi, possiedono la capacità di diffondersi in profondità all'interno dei materiali. Questa proprietà dipende da diversi fattori:

- dal peso molecolare e dalla viscosità della resina
- dalla tensione superficiale della soluzione

- dalla polarità dei solventi
- dalla velocità d'evaporazione dei solventi.

Le resine che polimerizzano dopo l'applicazione (epossidiche e poliuretaniche), oltre ad avere la capacità di diffondersi all'interno della pietra anche senza l'ausilio del solvente, possiedono un basso peso molecolare (250-350) ed una viscosità a 25°C intorno ai 250 cps. Le resine che induriscono per essiccamento (evaporazione del solvente) poiché possiedono un elevato peso molecolare che determina la loro diffusione poco omogenea all'interno del manufatto, potranno essere utilizzate solo in soluzione con residui secchi molto bassi (10-15%). E evidente che la qualità di legante risulta determinante ai fini della qualità del consolidamento; si dovranno, quindi, preferire sistemi a base di solventi a rapida vaporizzazione che assicurino residui secchi più elevati e tempi di permanenza più brevi all'interno dei materiali.

1.a *Resine epossidiche* – Il loro impiego dovrà essere attentamente vagliato dall'appaltatore, dietro espresso giudizio del- la D.L., in quanto pur possedendo ottime capacità leganti ed elevate resistenze meccaniche e chimiche, risultano poco resi- stenti all'ingiallimento provocato dai raggi UV. Potranno essere impiegate per la protezione di edifici industriali, di superfici in calcestruzzo e di manufatti sottoposti ad una forte aggressione chimica.

1.b *Resine poliuretaniche* – I poliuretani sono polimeri nelle cui macromolecole sono presenti dei raggruppamenti uretanici; si ottengono facendo reagire gli isocianati con gli alcoli polivalenti. Dovranno possedere le seguenti proprietà:

- assenza di ingiallimento
- elevata resistenza agli agenti atmosferici ed ai raggi ultravioletti
- indurimento regolabili fino a 24 ore dopo l'applicazione
- reversibilità fino a 36 ore dopo l'applicazione
- basso peso molecolare
- residuo secco intorno al 3%
- viscosità a 25°C intorno a 250 cps.

*Silicati di etile* – Sono sostanze basso-molecolari che penetrano in profondità nella pietra. Grazie all'azione di un catalizzatore neutro, reagiscono con l'umidità atmosferica e con l'acqua presente all'interno dei pori della pietra, liberando alcool e formando un gel di silice che diventa il nuovo legante dei granuli disgregati; i sotto prodotti della reazione chimica sono inattivi in quanto si volatilizzano rapidamente. I formulati a base di silicato di etile, dovranno possedere le seguenti proprietà:

- basso peso molecolare
- essiccamento fuori polvere
- assenza di prodotti dannosi per la pietra
- legante minerale affine a quello del materiale trattato
- resistenza agli acidi
- capacità di fare traspirare i pori della pietra
- permeabilità al vapore d'acqua.

**Art.18 – Materiali per impianti elettrici**

*Generalità* – I materiali da utilizzare per gli impianti elettrici dovranno essere adatti all'ambiente in cui saranno installati ed, in particolare, dovranno essere in grado di resistere alle azioni meccaniche o termiche alle quali potrebbero essere esposti durante l'esercizio.

In tal senso dovranno essere rispondenti alle specifiche norme CEI ed alle tabelle di unificazione CEI-UNEL. Inoltre, ove previsto, sia i materiali che gli apparecchi elettrici dovranno essere muniti del marchio di qualità o del contrassegno CEI o avere ottenuto il rilascio di un attestato di conformità da parte di uno degli organismi competenti della Comunità Economica europea, oppure essere muniti di dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore.

Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati in rispondenza alle seguenti leggi: collegio 1 marzo 1968, n. 186, e 5 marzo 1990, n. 46, D.P.R. 6 dicembre 1991, n. 447, D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246, D.L. 25 novembre 1996, n. 626, D.P.R. 30 aprile 1999, n. 162.

Si considerano eseguiti a regola d'arte gli impianti elettrici realizzati secondo le norme CEI applicabili, in relazione alla tipologia di edificio, di locale o di impianto specifico oggetto del progetto e precisamente:

**CEI 11-17 (1981) e variante VI (1989):** *Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.*

**CEI 64-8 (1987) e varianti V 1 (1988) e V2 (1989):** *Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.*

**CEI 64-9 (1987):** *Impianti elettrici utilizzatori negli edifici a destinazione residenziale e similiare.*

**CEI 64-2 (1987):** *Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione o di incendio.*

**CE1 64-10 (1988):** *Impianti elettrici nei luoghi di pubblico spettacolo e intrattenimento.* **CEI S1423:** *Raccomandazioni per l'esecuzione degli impianti di terra negli edifici civili.* **CEI 103-1 (1971) e variante V 1 (1987):** *Impianti telefonici interni.*

**CEI 64-50 – UNI 9620: edilizia residenziale** – *Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici.*

Ove applicabili andranno rispettate le disposizioni del D.M. 16 febbraio 1982 e della legge 818 del 7 dicembre 1984.

In impianti esterni agli edifici o all'interno per tensioni superiori a 220 V, non sarà ammesso l'utilizzo di isolanti quali legno, marmo, ardesia, materiali fibrosi e simili.

I materiali non previsti nel campo di applicazione della legge 18 ottobre 1977, n. 791 per i quali non esistono norme di riferimento dovranno essere conformi alla legge 1 marzo 1968, n. 186. Tutti i materiali dovranno essere esenti da difetti qualitativi e di lavorazione ed i componenti dovranno essere conformi alle prescrizioni di sicurezza delle rispettive norme e saranno scelti e messi in opera tenendo conto delle caratteristiche di ciascun ambiente.

*Conduttori* – I conduttori da impiegare nell'esecuzione di impianti elettrici dovranno avere il tipo ed il grado di isola- mento previsto dalle norme CEI; in particolare per ambienti normali e per tensioni non superiori a 220 V, il grado di iso- lamento non dovrà essere inferiore al valore 2.

Per l'isolamento dei cavi saranno ammesse solo gomme vulcanizzabili quali: policloroprene, polimeri di isobutilene, isoprene, ecc.; non saranno ammessi materiali che si alterano alle massime

temperature.
I conduttori, costituiti esclusivamente da rame elettrolitico o da alluminio di prima fusione, avranno una sezione calcola- ta in relazione al carico ed alla lunghezza del circuito in modo che la caduta di tensione rimanga nei limiti prescritti dal fa- scicolo 316 delle norme CEI; i valori delle portate dei singoli conduttori saranno quelli contenuti nelle tabelle UNEL. I conduttori, infine, dovranno essere contraddistinti, in funzione del loro utilizzo, dalle seguenti tinte:

- conduttori di protezione: giallo/verde (bicolori)
- conduttori neutri: blu chiaro
- conduttori di fase: nero, marrone o grigio.

La sezione dei conduttori neutri non dovrà essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase; la sezione dei conduttori di terra dovrà essere uguale alla sezione dei conduttori di fase quando questi hanno una sezione fino a 16 mm; metà della sezione di fase (con un valore minimo di mm 16) ove i conduttori di fase abbiano sezioni superiori ai 16 mm.

*Tubi protettivi e loro accessori* – I tubi protettivi, al cui interno passeranno i fasci dei conduttori, siano essi di acciaio smaltato o in materiali termoplastici sia rigidi o flessibili che leggeri o pesanti, dovranno avere le caratteristiche richieste dalle norme CEI 23/7 – 23/8 – 23/14 – 23/17 e dalle rispettive tabelle UNEL. Il diametro interno dei tubi protettivi non dovrà essere inferiore a mm 10, mentre quello interno dovrà permettere un agevole sfilamento dei cavi ed essere pari al- meno ad 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuto; per i tubi protettivi in guaina me- tallica il valore minimo sarà pari a 1,5 volte il diametro del fascio dei cavi.
*Apparecchiature di comando ed accessori* – Le prese, gli interruttori ed, in genere, tutte le apparecchiature di comando dovranno essere proporzionate ai carichi di esercizio ed adatte allo specifico utilizzo ed ai locali in cui verranno installate. Esse dovranno essere costituite da idonei materiali isolanti capaci di disperdere il calore in modo da evitare surriscalda- mento o deformazioni. Gli interruttori, i deviatori, i pulsanti, i commutatori, ecc. siano essi ad incasso o esterni, dovranno essere del tipo previsto dalle norme CEI 23/3 – 5 – 9 – 16. Le morsettiere, siano esse in materiale ceramico o termoplastico, dovranno avere morsetti distinti per i conduttori neutri, per quelli di fase e per quelli di terra.

Le cassette ad incasso o esterne dovranno assicurare l'agevole dispersione del calore, il saldo aggancio ai muri con ido- nei sistemi di fissaggio e la loro semplice apertura e facile ispezione; i coperchi delle cassette dovranno essere fissati facilmente ed assicurare, se necessario, anche una chiusura stagna.
Le scatole di contenimento di prese, interruttori e comandi dovranno essere costituite da materiale isolante molte resi- stente ed essere predisposte per un saldo fissaggio alle murature mediante viti o sistemi similari.
Le valvole fusibili, del tipo magneto/metrico con capacità minima di rottura pari a 1.550 A, dovranno rapportare al cari- co dell'impianto ed essere contenute, in posizione ben visibile e facilmente ispezionabile, in apposite cartucce isolate.
*Materiali vari* – Qualsiasi materiale da usare per il completamento degli impianti elettrici dovrà

essere di ottima qualità e rispondere alle specifiche norme che regolano il suo utilizzo e la sua costruzione. Le suonerie ed i loro trasformatori dovranno essere contenuti in apposite cassette, esterne o ad incasso, complete di coperchi; esse avranno entrate proporzionate alle tensioni di esercizio ed uscite conformi alla tensione del dispositivo acustico.
I quadretti per gli interruttori automatici saranno costituiti, salvo diverse disposizioni della D.L., da due interruttori differenziali con valvole magneto/termiche (15-30 mA); dei due, uno sarà utilizzato per il circuito d'illuminazione e l'altro per l'alimentazione di apparecchiature elettriche.
I quadri di alimentazione saranno provvisti di apposite apparecchiature di misura: amperometri, voltmetri elettromagnetici, interruttori magneto/termici differenziali (bipolari: 30 mA; tripolari 500 mA), ecc.; i quadretti saranno muniti di tar- ghette con l'indicazione esatta del servizio comandato.
I portalampada saranno di tipo rispondente alle norme CEI 23/10 – 15; gli apparecchi elettrotermici e gli scalda acqua alle norme CEI 107.
Le apparecchiature per l'illuminazione esterna saranno di tipo perfettamente stagno e dotate di ogni accessorio atto all'attacco delle lampade, dei reattori, dei morsetti e degli alimentatori; le loro eventuali parti metalliche dovranno essere preverniciate a forno e trattate con validi procedimenti antiruggine.
MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
Il direttore dei lavori nel corso della realizzazione verificherà se i materiali impiegati e la loro messa in opera sono con- formi a quanto stabilito dal progetto. Le verifiche dell'impianto elettrico saranno condotte secondo le indicazioni del capi- tolo 61 della Norma CEI 64-8: art. 611. Esame a vista: art. 612. Prove. In linea generale le operazioni di collaudo di un impianto elettrico possono così articolarsi: esame a vista, rilievi strumentali e calcoli di controllo.
Le verifiche dovranno essere eseguite anche nei casi di trasformazioni, ampliamenti o interventi che hanno alterato le caratteristiche originarie.
Le prove consisteranno nell'effettuazione delle misurazioni al fine di accertare l'efficienza dell'impianto. La misura sarà eseguita mediante una idonea strumentazione, le prove potranno riguardare:

- la continuità dei conduttori di protezione compresi i conduttori equipotenziali principali e supplementari
- la resistenza dell'isolamento dell'impianto elettrico
- la resistenza d'isolamento dei pavimenti e delle pareti
- la separazione dei circuiti
- la protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione
- la prova di polarità
- la prova di tensione applicata
- le prove di funzionamento alla tensione nominale
- la verifica della protezione contro gli effetti termici.

Al termine dei lavori si farà rilasciare un rapporto di verifica dell'impianto elettrico, come precisato nella "Appendice G" della Guida CEI 64-50 – UNI 9620, attestante che l'impianto è stato eseguito a regola d'arte. Raccoglierà inoltre la do- cumentazione più significativa per la successiva gestione

e manutenzione.

**Art.19 – Materiali per impianti idrici**

*Apparecchi igienico sanitari* – Gli apparecchi igienico sanitari (lavabi, vasi, bidet, piatti doccia, lavelli, vasche e loro accessori) siano essi in materiale ceramico, in resine metacriliche o in metallo preverniciato (acciaio o ghisa), dovranno ave- re caratteristiche tecniche conformi a quelle prescritte dalle norme **UNI (8192-96; 8949-52; 4543),** dimensioni e tinte ri- chieste dagli elaborati di progetto, essere di pregevole fattura ed esenti da bolle, scheggiature, grumi o macchie di qualsiasi genere.
L'appaltatore, se richiesto dalla D.L. sarà tenuto a fornire un campione per ogni apparecchio al fine di fare eseguire le prove prescritte dalle norme **UNI 4543**.
*Rubinetterie ed accessori* – I rubinetti, i gruppi miscelatori e qualsiasi dispositivo per l'erogazione dell'acqua potabile dovranno possedere le caratteristiche richieste dalle specifiche norme **UNI 7014-26**.
Se costituiti da metalli pesanti (bronzo ed ottone), dovranno avere le parti in vista trattate con idonea nichelatura, croma- tura o smaltatura. Lo spessore dello strato di rivestimento sarà quello idoneo ad assicurare la massima durabilità. Le parti filettate ed i relativi dadi o controdadi saranno esclusivamente in ottone.
*Apparecchi sanitari* – Gli apparecchi sanitari in generale indipendentemente dalla loro forma e dal materiale costituente devono soddisfare i seguenti requisiti: robustezza meccanica; durabilità meccanica; assenza di difetti visibili ed estetici; resistenza all'abrasione; pulibilità di tutte le parti che possono venire a contatto con l'acqua sporca; resistenza alla corrosione (per quelli con supporto metallico); funzionalità idraulica.
Gli apparecchi sanitari in ceramica saranno forniti con le caratteristiche richieste dalle seguenti norme: **UNI 8949/1** per i vasi, **UNI 4543/1** e **8949/1** per gli orinatoi, **UNI 8951/1** per i lavabi, **UNI 8950/1** per bidet. Per gli altri apparecchi deve nessere comprovata la rispondenza alla norma UNI 4543/1 relativa al materiale ceramico e alle caratteristiche funzionali di cui sopra.
Gli apparecchi a base di materie plastiche saranno forniti con le caratteristiche richieste dalle seguenti norme **UNI EN 263** per le lastre acriliche colate per vasche da bagno e piatti doccia, norme UNI EN sulle dimensioni di raccordo dei di- versi apparecchi sanitari ed alle seguenti norme specifiche: UNI 8194 per lavabi di resina metacrilica; **UNI 8196** per vasi di resina metacrilica; **UNI EN 198** per vasche di resina metacrilica**; UNI 8192** per i piatti doccia di resina metacrilica; **UNI 8195** per bidet di resina metacrilica.
*Condutture di adduzione e di scarico* – Le condutture da impiegare per l'esecuzione degli impianti di adduzione e di scarico delle acque dovranno possedere, nei tipi prescritti, le caratteristiche tecniche richieste dal D.M. del 12 dicembre 1985; dalla normativa sanitaria vigente e dall'art. "Tubazioni" del presente disciplinare.
*Scarichi di apparecchiature sanitarie – Sifoni* – Gli elementi costituenti gli scarichi applicati agli apparecchi sanitari si intendono denominati e classificati come riportato nelle norme UNI

sull'argomento. Indipendentemente dal materiale e dalla forma essi devono possedere comprovate caratteristiche di inalterabilità alle azioni chimiche e all'azione del calore, realizzare la tenuta tra otturatore e piletta e possedere una idonea regolabilità per il ripristino della tenuta stessa (per scarichi a comando meccanico). Saranno forniti con le caratteristiche richieste dalle norme EN 274 e EN 329; la rispondenza alle norme sarà comprovata da una specifica attestazione di conformità.

*Cassette per l'acqua* – Indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva devono rispondere alle caratteristiche seguenti:

- troppo pieno di sezione tale da impedire in ogni circostanza la fuoriuscita di acqua dalla cassetta;
- rubinetto a galleggiante che regola l'afflusso dell'acqua, realizzato in modo che, dopo l'azione di pulizia, l'acqua fluisca ancora nell'apparecchio sino a ripristinare nel sifone del vaso il battente d'acqua che realizza la tenuta ai gas;
- costruzione tale da impedire ogni possibile contaminazione della rete di distribuzione dell'acqua a monte per effetto di rigurgito;
- contenimento del livello di rumore prodotto durante il funzionamento.

La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si ritiene soddisfatta quando, in abbinamento con il vaso, soddisfano le prove di pulizia/evacuazione di cui alla norma **UNI 8949/1**.

*Valvole, valvole di non ritorno, pompe* – Le valvole a saracinesca flangiate per condotte d'acqua devono essere conformi alla norma **UNI 7125**. Le valvole disconnettrici a tre vie contro il ritorno di flusso e zone di pressione ridotta devono esse- re conformi alla norma **UNI 9157**. Le valvole di sicurezza in genere devono rispondere alla norma **UNI 9335**.

Le pompe devono rispondere alle prescrizioni previste dalle norme **UNI 6781 P. UNI ISO 2548** e **UNI ISO 3555**. In ogni caso la rispondenza alle norme deve essere comprovata da un certificato di conformità.

*Apparecchi per la produzione acqua calda* – Gli scaldacqua funzionanti a gas rientrano nelle prescrizioni della legge 6 dicembre 1971, n. 1083; quelli elettrici, in ottemperanza della legge 1 marzo 1978, n.186, devono essere costruiti a regola d'arte; sono considerati tali se rispondenti alle norme CEI. In ogni caso la rispondenza alle norme deve essere comprovata da un certificato di conformità o dalla presenza di marchi UNI e IMQ.

*Sistemi di scarico delle acque reflue* – In generale i materiali di cui sono costituiti i componenti del sistema di scarico devono rispondere alle seguenti caratteristiche: minima scabrezza, al fine di opporre la minima resistenza al movimento dell'acqua; impermeabilità all'acqua e ai gas per impedire i fenomeni di trasudamento e di fuoriuscita odori; resistenza all'azione aggressiva esercitata dalle sostanze contenute nelle acque di scarico, con particolare riferimento a quelle dei de- tersivi e delle altre sostanze chimiche usate per lavaggi; resistenza all'azione termica delle acque aventi temperature sino a 90°C circa; opacità alla luce per evitare i fenomeni chimici e batteriologici favoriti dalle radiazioni luminose; resistenza alle radiazioni UV, per i componenti esposti alla luce solare; g) resistenza agli urti accidentali; in generale i prodotti e i componenti devono inoltre rispondere alle seguenti caratteristiche: conformazione senza sporgenze all'interno per evitare il deposito di sostanze contenute o trasportate dalle acque; stabilità di forma in senso sia longitudinale sia trasversale; se- zioni di accoppiamento con facce trasversali perpendicolari

all'asse longitudinale; minima emissione di rumore nelle con- dizioni di uso; durata compatibile con quella dell'edificio nel quale sono montati.
I sistemi di accumulo e sollevamento devono essere a tenuta d'aria per impedire la diffusione di odori all'esterno e devono avere un collegamento con l'esterno a mezzo di un tubo di ventilazione di sezione non inferiore a metà del tubo o della somma delle sezioni dei tubi che convogliano le acque nell'accumulo.
Le pompe di sollevamento devono essere di costituzione tale da non intasarsi in presenza di corpi solidi in sospensione la cui dimensione massima ammissibile è determinata dalla misura delle maglie di una griglia di protezione da installare a monte delle pompe.
*Sistemi di scarico delle acque meteoriche* – In generale tutti i materiali e i componenti devono resistere all'aggressione chimica degli inquinanti atmosferici, all'azione della grandine, ai cieli termici di temperatura (compreso gelo/disgelo) combinate con le azioni dei raggi IR, UV, ecc.); gli elementi di convogliamento e i canali di gronda, oltre a quanto detto, se di metallo devono resistere alla corrosione, se di altro materiale devono rispondere alle prescrizioni per i prodotti per le coperture, se verniciate dovranno essere realizzate con prodotti idonei a resistere in ambiente esterno. I tubi di convoglia- mento dei pluviali e dei collettori devono rispondere a seconda del materiale a quanto indicato nell'articolo relativo allo scarico delle acque reflue; inoltre i tubi di acciaio inossidabile devono rispondere alle norme **UNI 6901** e **UNI 8317**; per i punti di smaltimento valgono per quanto applicabili le prescrizioni sulle fognature date dalle pubbliche autorità. Per i chiusini e le griglie vale la norma **UNI EN 124**.

## CAPO II - INDAGINI E PROVE DI LABORATORIO

### Art.20 – Indagini atte ad approfondire la conoscenza sulle stratificazioni dell'edificio e sulle caratteristiche costruttive anche di interventi pregressi

All'appaltatore potrà essere richiesto di fare eseguire indagini passive al fine di registrare e di quantificare fenomeni fisici rilevabili in assenza di sollecitazioni quali: le riprese con strumenti ottici, anche ricorrendo a pellicole speciali, la magnetometria, che analizzerà dall'esterno particolari aspetti fisici, senza rendere necessarie ulteriori sollecitazioni, la ferro-magneticità naturale, che permetterà di determinare presenza, dimensione, geometria e consistenza di materiali metallici.
Potranno anche essere richieste indagini attive tramite tecniche che richiederanno l'utilizzo di piccole sollecitazioni artificiali di vario genere (meccaniche, elettriche, termiche, acustiche) in relazione ai fenomeni da rilevare.
Altre indagini potranno essere condotte con strumenti che agiscono sia in modo attivo che passivo come la termovisione, che è un sistema efficace anche senza sollecitazioni dirette sull'oggetto. Questa tecnica offrirà i risultati migliori quando la superficie da indagare sarà preventivamente riscaldata apportando le temperature approvate dalla D.L.

L'appaltatore dovrà utilizzare, ove richiesto, idonei sistemi per la misurazione della temperatura, dell'umidità relativa e della superficie di un materiale per l'identificazione e la quantificazione dei parametri relativi alla presenza di sostanze chimiche inquinanti; la magnetometria; il rilevamento fotografico che potrà richiedere l'applicazione della fotografia normale, IR, parametrizzata fotogrammetrica, termo-visiva o endoscopica.

*1 – Indagini atte a rilevare la presenza di stratificazioni storico/costruttive dell'edificio*

a) *Indagini termografiche* – La termovisione dovrà consentire 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 parti- colare alla regione spettrale compresa tra 2 e 5 mm per le shortwave (onde corte) e fra 8 e 12 mm per le longwave (lontano infrarosso).

Gli accertamenti di stratificazioni costruttive preesistenti sono ottenibili tramite strumentazioni sensibili nel lontano infrarosso, meno disturbati dalle lunghezze d'onda del visibile (p.e. colori delle superfici).

All'appaltatore potrà essere richiesta l'indagine termografica al fine di valutare degrado dei rivestimenti evidenziando le discontinuità dei distacchi e le stratigrafie o per indagini in profondità sulle murature; l'appaltatore dovrà, quindi, riconoscere e determinare le stratificazioni delle differenti fasi costruttive della fabbrica individuando, sotto l'intonaco esistente, tutti gli elementi esistenti e realizzati con materiali differenti: chiusure di porte e di finestre, tipologie della tessitura muraria, cavità, discontinuità strutturali, canne fumarie, elementi strutturali (pilastri, architravi, archi di scarico) distacchi, cavità; potrà anche essere richiesto di individuare l'andamento delle dispersioni termiche, il posizionamento delle tubazioni e degli impianti, il riconoscimento di zone interessate da fenomeni di umidità. Macchie di colore più scuro o più chiaro riveleranno la presenza di umidità localizzata, in quanto le zone asciutte e quelle umide daranno luogo a differenti flussi di emissione termica. L'appaltatore dovrà, se richiesto, individuare, sugli intonaci e sui litotipi calcarei, le parti solfatate, do- ve la temperatura è differente rispetto a quella delle parti carbonatiche, dovrà evidenziare le parti di intonaco distaccate dal supporto (riconoscibili in base a diversi valori emissivi) ed ogni elemento che, grazie al peso specifico diverso dal materia- le circostante evidenzia la presenza di altri materiali (pietre, zanche, travi in legno).

La termografia dovrà permette di integrare i rilievi metrici con specifiche mappe tematiche relative alle le fughe termiche (ponti termici e zone di condensa), alle discontinuità strutturali, all'umidità, al quadro fessurativo ed alle azioni dei biodeteriogeni.

All'appaltatore potrà essere richiesto di utilizzare un monitor con immagini in bianco e nero con una scala di tonalità dei grigi dove le tonalità scure indicheranno le zone fredde e quelle chiare le zone calde; ove prescritto dagli elaborati di pro- getto dovrà invece fornire un termogramma prodotto su di un monitor a falsi colori, dotato di una scala di riferimento che riporterà sia il campo di temperatura inquadrato sia le temperature assolute di ogni colore.

Delle immagine ottenute a video dovrà produrre il numero richiesto di stampe fotografiche (tipo Polaroid) oppure dovrà realizzare la digitalizzazione delle immagini tramite specifiche elaborazioni al computer. Le immagini riprese, effettuate per singoli termogrammi, possono essere richieste anche in sequenza di accostamento, rese perpendicolari alla superficie da analizzare tramite

posizionamento su apposito cavalletto, in modo da realizzare tramite successiva mosaicatura, ottenuta tramite comuni software di gestione immagini (Adobe Photoshop, Corel Draw, ecc.), un'immagine termica continua.
Se è richiesta l'immagine digitalizzata questa dovrà essere stampata e rielaborata per esaltare la lettura interpretativa dei dati registrati, attraverso un apposito software fornito dalle case produttrici.
Ad ogni materiale, caratterizzato da uno specifico comportamento termico, compete una altrettanto specifica emissione di calore consistente in radiazioni elettromagnetiche. La telecamera registra tali emissioni, le rimanda ad un elemento ad alta sensibilità, un rivelatore IR che necessita di una temperatura d'esercizio stabile ed il più bassa possibile.
In alcuni casi, laddove le superfici da rilevare non siano riscaldate per irradiamento solare diretto (superfici esterne espo- ste a Nord o a Sud/Sud-Est; superfici in ombra; spazi interni) l'appaltatore dovrà, ai fini del rilevamento, riscaldarne la su- perficie.
Il riscaldamento dovrà essere eseguito con termoconvettori, capaci di diffondere uniformemente il calore sulla superficie e di consentire in tal modo alla strumentazione la corretta lettura del fenomeno. L'uso di lampade ad infrarosso, comporterà invece un riscaldamento meno omogeneo e, quindi, meno efficace ai fini del rilevamento dei dati.

Per migliorare o per consentire alcune riprese dovranno essere utilizzati sistemi di raffreddamento criogenici che impiegano azoto liquido (–196°C) o argon (–186°C), sistemi termoelettrici (–70°C) o a cicli frigoriferi – ciclo stirling – (– 197°C).
**UNI 10824-1:2000 – 29/02/2000** – *Prove non distruttive – Termografia all'infrarosso – Termini e definizioni.*

*b)* *Indagini magnetometriche* – L'appaltatore utilizzerà i sistemi magnetometrici per l'individuazione dei materiali ferrosi inglobati in altri materiali o per individuare i punti di discontinuità del campo magnetico sfruttando il principio dell'induzione elettromagnetica, ovvero della capacità di un campo magnetico di indurre una corrente elettrica e viceversa. A tal fine potrà utilizzare un metal-detector composto da un oscillatore che genera la corrente ad alta frequenza attraverso una bobina. In presenza di metalli registrerà un forte assorbimento di corrente, proporzionale al quadrato della distanza. Se richiesto utilizzerà modelli muniti di una bobina con emissioni a frequenza costante; in questo caso il campo magnetico sarà intercettato da una seconda bobina, posta perpendicolarmente alla prima. In presenza di metalli il campo si deformerà e tale deformazione verrà registrata dalla seconda bobina e lo strumento sarà in grado di rilevare metalli a distanze o profondità maggiori rispetto al primo tipo, senza tuttavia fornire informazioni sulla geometria degli oggetti individuati. Qualsiasi sia la natura dello strumento l'appaltatore sarà tenuto a rispettare le istruzioni d'uso fornite dal produttore ed a segna- lare i rinvenimenti su di una specifica mappa. A prova terminata l'appaltatore dovrà ricollocare il mattone e restituire le informazioni ottenute nella forma richiesta.

*c)* *Indagini colorimetriche* – La caratterizzazione colorimetrica di un materiale, in funzione dell'angolo di incidenza e di riflessione, è particolarmente complessa dovendo spesso misurare piccolissime variazioni di colore accompagnate a note- voli disparità nei valori della luminanza del

campione. La corretta scelta dello strumento di misura in base alle proprie caratteristiche nominali e un'attenta valutazione di tutte le cause di incertezza, sono pre-requisiti indispensabili per ottenere risultati adeguati alle odierne richieste applicative. L'uso della strumentazione appositamente sviluppata per eseguire direttamente questo tipo di integrazioni, rende le misurazioni veloci ed economiche. Per contro, è necessario ricorrere a campioni di riferimento tarati, sia per disporre di una verifica sperimentale dell'incertezza di misura stimata, sia, in molti casi, per poter eseguire la misurazione stessa.
L'appaltatore utilizzerà in parte la fotografia parametrizzata e in parte le indagini effettuate in laboratorio. Tramite la fotografia parametrizzata riprenderà il manufatto con riferimento alle scale colorimetriche standardizzate secondo la scala Munsell. Le prove di laboratorio permetteranno di stabilire la determinazione chimica delle cariche e dei pigmenti contenuti nel rivestimento. A prova terminata l'appaltatore dovrà ricollocare il mattone e restituire le informazioni ottenute nella forma richiesta.

**Art.21 – Caratterizzazione chimico-fisico-mineralogica del materiale costruttivo (lapidei, malte, laterizi, ecc.)**

a) *Analisi atte a determinare la composizione chimica del materiale*

*Spettrofotometria ottica e ad assorbimento atomico* – L'analisi si basa 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 spettrofo- tometria permette l'identificazione ed il dosaggio dei singoli ioni presenti in una soluzione acquosa (Cu, Cd, Pb, Zn, Ni, Cr, As ed Hg). Nel campo dell'infrarosso (0,8-400 Nm) vengono identificati i composti organici presenti nel materiale.
Analisi chimiche. La composizione di una malta potrà essere determinata con analisi calcimetriche, che agiscono tramite la dissoluzione del campione in acido cloridrico, a concentrazioni e a temperature variabili. Con queste analisi andrà calcolato:

- 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.

Queste analisi potranno essere integrate da una determinazione per via stechiometrica della percentuale di carbonato di Ca; il residuo insolubile restituisce 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 cocciopesto 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 mg 100- 150 di sostanza per effettuare una serie

completa di analisi).

b) *Analisi atte a determinare la caratterizzazione mineralogica petrografica*

Questo tipo di analisi è finalizzato alla conoscenza morfologica e tessiturale (aggregazione dei vari elementi componenti, stato e taglia dei cristalli presenti, ecc.) dei componenti mineralogici di un materiale lapideo (artificiale o naturale) di una malta o di un pigmento.

Sono analisi che forniscono essenzialmente risultati di tipo qualitativo. Alcune di esse, diffrattometria e osservazione al microscopio polarizzatore di sezioni sottili, sono da considerarsi complementari ai fini del riconoscimento del materiale.

*Fluorescenza a raggi X* – È un'analisi non distruttiva che consente di identificare gli elementi chimici che compongono una sostanza. I vantaggi rispetto all'analisi chimica per via umida sono l'elevata sensibilità ed i brevi tempi di misura dell'ordine dei minuti. Inoltre i campioni si conservano indefinitamente. Il limite di questo metodo è rappresentato dal fatto che non si possono identificare gli elementi di numero atomico inferiore a quello del sodio.

La precisione dell'analisi dipende dalla quantità degli elementi chimici e dalle modalità di preparazione del campione. L'eccitazione di un atomo può avvenire per irraggiamento con onde elettromagnetiche (luce visibile, UN, raggi X, raggi γ) o particelle (elettroni, protoni, neutroni) di alta energia. Si ha fluorescenza di raggi X quando nell'atomo irraggiato si crea una vacanza elettronica in uno strato interno (K, L) e un elettrone degli strati più esterni – meno legato e quindi di energia maggiore – va ad occupare tale vacanza, con conseguente emissione dell'energia residua come radiazione X. La rivelazione di tale radiazione, che è caratteristica di ciascun atomo, ne consente l'identificazione.

c) *Analisi atte a determinare proprietà fisiche e/o ottiche*

*Porosimetria al mercurio* (UNI-NORMAL 4/80) – La determinazione del tipo, percentuale, distribuzione dei vuoti esi- stenti fra le varie componenti del materiale lapideo analizzato (naturale o artificiale) è elemento utile sia a determinare i fattori di alterazione ed alterabilità di un supporto lapideo, sia a calibrare trattamenti di pulitura e consolidamento. La maggiore capacità di imbibizione è infatti correlata più che alla distribuzione percentuale delle cavità, alla loro dimensione ed interconnessione. Porosità di diametro ridotto ed interconesse favoriscono i fenomeni di imbibizione o l'ingresso di componenti alterative attraverso la condensazione del vapore acqueo che può contenerle. La tecnica, si basa sulla penetra- zione di mercurio all'interno dei pori a pressioni controllate, consente infatti di conoscere le dimensioni dei pori presenti nel materiale e le corrispondenti percentuali di volume occupate da questi, per un intervallo di dimensioni dei pori compreso fra 0,0037 e 75 micron. La determinazione dei diametri è conoscibile in maniera indiretta e desumibile dalla pressione applicata per la penetrazione del Mercurio, inversamente proporzionale alla dimensione delle porosità.

Le risultanze dell'analisi forniscono un grafico, in cui vengono riportati in ascissa il raggio dei pori, espresso in micron, in ordinata, la percentuale di distribuzione delle diverse cavità presenti.

Ai fini del consolidamento, analogamente, la conoscenza preventiva della porosità può essere parametro per la valuta- zione della quantità di consolidante da impiegare e per le modalità di applicazione di questo ai fini di una giusta penetra- zione del prodotto. La valutazione della porosità

successivamente all'intervento, può inoltre essere utile a verificare l'efficacia dell'intervento stesso.
*Colorimetria* – stesse analisi di cui all'art. "Indagini atte ad approfondire la conoscenza sulle stratificazioni dell'edificio e sulle caratteristiche costruttive anche di interventi pregressi" punto d).

**Art.22 – Rilevamento delle alterazioni dovute a presenza di umidità**

*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 de- terminato dal raggiungimento di una superficie bagnata che garantisce evaporazione di una quantità di acqua pari a quella assorbita dal terreno.
*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. Queste prove richiedono quantità di materiale 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).

a) *Tecniche per la misurazione delle temperature e dell'umidità* – Queste misure andranno eseguite ricorrendo a strumenti di facile impiego (termometri ed igrometri), in grado di fornire sia valori ambientali (quadro termo igrometrico) che valori relativi alle superfici. Per la determinazione dei valori relativi alle parti interne di singoli manufatti si dovrà ricorre a strumenti più precisi quali le sonde ed i misuratori del coefficiente di trasmissione termica.
Le informazioni più esaurienti si potranno ottenere solo ricorrendo alle prove limitatamente distruttive da eseguire trami- te il prelievo di campioni umidi da pesare e valutare in seguito alla loro essiccazione o in alternativa con la tecnica del car- buro di calcio. L'umidità superficiale presente su di un componente potrà essere misurata ricorrendo a misuratori elettronici.

*Misure di temperatura dell'aria*
*Termometri a mercurio o ad alcool* – Questi strumenti, basati sul principio della dilatazione termica vengono 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* – Da utilizzare nel caso di registrazioni di temperatura prolungate nel tempo. Le giunzioni di due metalli diversi vengono mantenute a temperature differenti, in modo che tra di esse si venga a stabilire una differenza di potenziale. Mantenendo una delle due giunzioni ad una temperatura nota, si potrà risalire alla temperatura dell'altra, misurando la conseguente differenza di potenziale. Lo strumento è in grado di rilevare anche misure puntiformi, in quanto l'elemento sensibile è la giunzione di due fili sottilissimi.

*Termometri a semiconduttori* – Rilevano la temperatura attraverso un sensore costituito da un elemento che varia la sua resistenza al variare della temperatura. Conoscendo la resistenza elettrica si potrà risalire alla temperatura dell'aria. Sono gli strumenti più utili e pratici in relazione alla facilità ed alla precisione con la quale si possono attualmente misurare le variazioni di resistenza elettrica.

*Misure delle temperature superficiali*
Qualsiasi strumento che misura la temperatura dell'aria è anche in grado di misurare la temperatura superficiale; al fine di assicurarsi che non siano influenzati dalla temperatura dell'aria occorre assicurare un contatto perfetto tra l'elemento sensibile e la struttura. Si possono pertanto utilizzare i termometri a termocoppia, a termistori o a semiconduttori. Per limi- tare l'influenza della temperatura dell'aria, l'elemento sensibile viene inserito in un cono di argilla precedentemente appli- cato 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.

*Misure contemporanee di differenti variabili e relativa registrazione*
Si potranno utilizzare essenzialmente tre strumenti che ovviamente non restituiscono dati in tempo reale e che devono essere posizionati in situ per periodi prestabiliti.
*Termoigrografo* – Lo strumento deve essere in grado di leggere e trascrivere i dati relativi sia all'umidità relativa che al- le temperature e sarà costituito da un'unità di acquisizione dei dati e da un'unità di registrazione formata da un cilindro sul quale viene adagiato un apposito tabulato in carta sul quale un ago traccerà l'andamento giornaliero dell'umidità relativa e della temperatura. La velocità di rotazione del cilindro sarà inversamente proporzionale alla precisione che si vorrà ottene- re nella fase di registrazione.
*Termoigrometro* – Lo strumento dovrà essere capace di registrare, tramite apposite sonde, l'umidità assoluta (da 0,1 a 150 g di acqua per kg di aria), il punto di rugiada (da -40 a +60 °C), l'umidità relativa (dal 15 al 90%) e la temperatura dell'aria (da –40 a +120°C). Lo strumento potrà essere dotato di un dispositivo di memorizzazione dei valori massimi e minimi registrati durante la rilevazione.
*Termoigrometri digitali* – Lo strumento misurerà l'umidità relativa e la temperatura ambiente reagendo rapidamente alle variazioni di umidità. Il sensore dell'umidità relativa sarà del tipo a condensatore a film sottile, che permetterà una reazio- ne molto rapida alle variazioni dell'umidità, unita ad una precisione piuttosto elevata.

b) *Accertamento della presenza di umidità da risalita. Metodi quantitativi Metodo al carburo di acetilene*

Il principio su cui si basa è quello della lettura della pressione generata da un gas che si sprigiona a seguito di una parti- colare reazione chimica, in presenza di acqua. Più precisamente, mescolando un campione di muratura umida con del car- buro di calcio (in capsule o sfuso da misurare in bilancia di precisione) si sviluppa un gas, acetilene, in misura direttamente proporzionale alla quantità di acqua contenuta nel provino. Avvenendo la reazione chimica in ambiente chiuso, il gas sprigionato esercita una pressione, tanto maggiore quanto maggiore è il quantitativo di gas, e quindi il contenuto di acqua; la sollecitazione misurata mediante manometro indica dei valori relativi all'umidità presente nel materiale (da misurare su apposite tabelle di conversione). Il metodo fornisce una sufficiente attendibilità (mai assoluta) solo quando si conosce con esattezza la composizione del materiale esaminato. Le modalità di esecuzione sono le seguenti:

–si esegue un prelievo di una quantità standard di materiale e si riduce in polvere

–si predispone di una dose prefissata di carburo di calcio in misura proporzionale al materiale prelevato

–si immettono i due materiali, separatamente e in fasi successive, all'interno di uno speciale contenitore metallico inde- formabile ed ermetico;

–si chiude il recipiente scotendolo in modo tale da consentire l'omogenea miscelazione delle due polveri;

–si attende che l'acetilene, che si sviluppa per effetto della reazione chimica tra il carburo di calcio e l'acqua contenuta nel materiale, confinato dalla parete rigida del recipiente, eserciti una pressione sul manometro a chiusura del contenitore. Il valore della pressione rilevato sarà funzione dell'acqua presente nel campione di muratura, ed indicherà i valori dell'umidità presente nel materiale riferito al peso secco.

L'analisi descritta è di notevole precisione, come già accennato, nel caso in cui sia nota l'esatta composizione del mate- riale esaminato, cosa in genere piuttosto difficile, di conseguenza si rientra in un margine di errore. Gli strumenti necessari per lo svolgimento della prova sono portatili e di poco ingombro e forniscono risultati immediati, seppure di tipo indicati- vo. Essendo necessario ridurre in polvere il campione per riuscire ad ottenere la reazione chimica desiderata, ed essendoci durante questa operazione una perdita d'acqua per evaporazione, è bene effettuare il prelievo del materiale in periodi o condizioni in cui sia contenuta l'evaporazione superficiale dell'acqua.

*Metodo ponderale su campioni in polvere* – Questo sistema si basa su di un principio molto semplice che se condotto correttamente è in grado di fornisce risultati di notevole precisione, decisamente migliori di quelli conseguibili con altri sistemi. La prova consiste nel prelevare mediante una carotatrice un campione di muratura, e nel pesarlo sia al momento del prelievo che dopo averlo essiccato; la differenza tra le due pesate misura il contenuto d'acqua presente nel campione. L'appaltatore dovrà provvedere, al prelevamento in profondità (nucleo della muratura) del numero di campioni richiesto dalla D.L.

L'esecuzione dell'accertamento non richiede in cantiere l'uso di una apparecchiatura specifica, ma il laboratorio dovrà disporre di una specifica stufa per essiccare il campione e di una bilancia di precisione. Le fasi dell'analisi saranno le seguenti:

*a)* Prelievo di un campione di materiale umido per mezzo di scalpello o di carotiere a secco con

bassissime velocità di rotazione (l00 / 200 giri al minuto) al fine di evitare sviluppo di calore e la conseguente evaporazione dell'acqua.

*b)* Inserimento del campione prelevato in uno specifico contenitore in vetro, o in polietilene, con tappo a tenuta, preventivamente pesato; durante il trasporto in laboratorio occorre porre la dovuta attenzione al non esporre il recipiente agli sbalzi di temperatura al fine di garantirne l'idonea conservazione.

*c)* Esecuzione di una pesata complessiva, contenitore e campione.

*d)* Ulteriore pesata del campione estratto.

*e)* Essiccamento in stufa ad una temperatura pari a circa 105°C, fino ad ottenere un peso costante; determinazione del peso del campione essiccato e della percentuale di umidità riferita al peso umido, al peso secco, ed al volume.

Generalmente per essiccare i campioni saranno utilizzate delle stufe normali, con ricambio d'aria trascurabile, o stufe in corrente d'aria calda. Se i campioni da analizzare sono molti sarà preferibile ricorrere a particolari stufe a radiofrequenza, che consentono la notevole riduzione dei tempi di essiccazione. Oltre alla notevole precisione dei risultati, il sistema ponderale permette l'utilizzo del campione per ulteriori esami di laboratorio (dosaggio dei sali solubili e l'identificatone dei materiali costituenti). Il lato negativo consiste nel dovere eseguire un prelievo modesto ma distruttivo.

*c)* *Accertamento della presenza di umidità da risalita – Metodi qualitativi*

*Misure elettriche resistive* – Il metodo delle misure elettriche resistive si fonda sul principio che il comportamento di una muratura umida può essere assimilato a quello di una resistenza; applicando sulla muratura due sonde ravvicinate (con forma di aghi) collegate ad uno strumento di misura, quest'ultimo fornisce dei valori, espressi in percentuale, del contenuto d'acqua. La corrente elettrica sarà inversamente proporzionale alla resistenza misurabile tra i due aghi infissi, e direttamen- te proporzionale alla quantità d'acqua presente nel materiale. Le misure elettriche resistive interessano solo l'intonaco, o comunque la sola superficie dei materiali, per una profondità di qualche millimetro/centimetro. Generalmente si dovrà ri- correre ad una tabella di taratura e di riscontro, che analizza i materiali più usuali, essendoci nella misura un certo margine di errore dovuto al fatto che la resistenza elettrica dipende, oltre che dal quantitativo d'acqua, anche dalla presenza di sali e dalla natura stessa del materiale esaminato, di cui non sempre è nota con certezza la natura.

Le misure verranno eseguite previa la taratura preliminare dello strumento, l'inserimento degli elettrodi ad ago nel mate- riale (a leggera pressione), l'eventuale sigillatura, l'attivazione del passaggio della corrente e la successiva misura strumentale mediante e comparazione dei valori rilevati con la taratura iniziale.

*Misure elettriche capacitive* – Le misure capacitive consistono nel rilevare la costante dielettrica di una porzione di intonaco sulla quale vengono posti superficialmente due elettrodi a piastra. Questi ultimi possono essere entrambi ubicati sulla stessa parete, oppure su due facce della struttura; nel primo caso la costante misurata sarà quella del materiale di contatto, nel secondo dell'intera sezione interposta tra le due piastre di rilevamento.

Le misure verranno eseguite mediante: il posizionamento di due elettrodi a piastra sulla parte di

materiale su cui condur- re l'indagine, la determinazione della costante dielettrica del materiale di contatto, o dell'intera sezione, selezionando una zona asciutta; la successiva definizione della costante dielettrica del materiale, o dell'intera sezione in una zona umida; de- purazione dei risultati ottenuta tramite il confronto fra le due differenti misure (in zona asciutta ed umida), e determinazione finale, per sottrazione del valore dell'umidità.
Le misure capacitive presentano il vantaggio di risultare rapide, di non richiedere alcuna infissione. Gli elettrodi a piastra, in genere, sono poco influenzati dalla presenza di sali. Questo sistema, che prevede il semplice contatto, può essere applicato su superfici pregiate senza intaccarle in alcun modo.
*Mappatura termografica – Vedi art. 57.1.a)*

d) *Accertamento della presenza di umidità da condensa*

All'appaltatore potrà essere richiesto il rilevamento periodico o in continuo dei valori di T ed UR tramite termoigrometri o termoigrografi. Queste misure andranno eseguite ricorrendo a strumenti di facile impiego (termometri ed igrometri), in grado di fornire sia valori ambientali (quadro termo igrometrico) che valori relativi alle superfici. Per la determinazione dei valori relativi alle parti interne di singoli manufatti l'appaltatore dovrà ricorre a strumenti più precisi quali le sonde ed i misuratori del coefficiente di trasmissione termica. Per misure in continuo potrà essere richiesto l'utilizzo di registratori fissi o portatili di temperatura e di umidità relativa. Questi strumenti dovranno registrare in continuo temperatura e umidi- tà, attraverso appositi sensori, registrando i valori a traccia in continuo su un cilindro. Lo strumento sarà dotato di un orologio interno a movimento meccanico per registrazioni nelle: 24 ore, 7 giorni e 4 x 7 giorni, provvisto di un elemento tipo bimetallico per la misura della temperatura e di un elemento a fascio di capelli per la misura della umidità alimentati a cor- rente o a batteria standard da 1,5 V.

## Art.23 – Indagini preliminari ai trattamenti protettivi e consolidanti ed indagini volte alla verifica dell'efficacia dell'intervento effettuato

*Valutazione preliminare dell'efficacia dei materiali e dei metodi per gli interventi conservativi*

I controlli possono essere effettuati non solo in vista della conservazione di un determinato manufatto, ma anche allo scopo di qualificare eventuali nuovi prodotti e nuove metodologie. Essi vanno eseguiti in parallelo su materiale lapideo trattato e non trattato, avendo cura di effettuare il trattamento in laboratorio con modalità il più possibile simili a quelle da impiegare sul manufatto. Quando per un intervento su un particolare materiale lapideo si voglia utilizzare un prodotto, o un metodo, già ampiamente sperimentato su pietre dello stesso tipo, o analoghe, nel progetto esecutivo andrà fatto chiaro riferimento a tali precedenti esperienze.
*Pulitura*
L'efficacia di un metodo di pulitura può essere valutata solo mediante prove preliminari effettuate direttamente sul manufatto, mentre l'eventuale pericolosità nei riguardi dei litotipo va valutata mediante prove di laboratorio. Il sistema in esame va applicato, con modalità e tempi il più possibile simili a quelli che verranno adottati in loco, ad almeno cinque campioni di ogni litotipo. I campioni

devono essere di forma regolare (per esempio:lastrine di c m 5 x 5 x 2), la superficie da trattare va levigata in modo omogeneo con carte smerigliate a granulometria via via più sottile (fino al n. 1000). Dopo il trattamento di pulitura andranno misurati almeno:

a) colore d'insieme (per esempio, mediante le Carte Munsell, DIN, Methuen)
b) assorbimento d'acqua per capillarità attraverso la superficie trattata (NORMAL-11/82)
c) rugosità (preferibilmente mediante rugosimetro)
d) morfologia della superficie (mediante osservazioni al microscopio ottico in campo chiaro ed in campo scuro)
e) variazione ponderale
f) contenuto di eventuali sali solubili residui(nel caso di pulitura con mezzi chimici).

*Consolidamento e protezione chimica*

Un trattamento di consolidamento deve essere sempre seguito da un trattamento di protezione che, tenuto conto del fatto che un'azione protettiva nei confronti dell'acqua è sempre auspicabile, conferisca idrorepellenza alla pietra. Poiché in commercio esistono prodotti consolidanti che hanno anche proprietà idrorepellenti, i campioni trattati con tali prodotti non andranno sottoposti ad ulteriore trattamento protettivo. Solo così il confronto fra consolidanti di natura diversa, alcuni dei quali con caratteristiche idrorepellenti, sarà significativo.

*Preparazione dei campioni*

I campioni devono essere di forma regolare, generalmente si opera su cubi con spigolo di 5 cm o comunque non inferiore a 3 cm. Il taglio viene effettuato con disco diamantato, a umido. Per i campioni destinati a prove meccaniche è necessaria la perfetta planarità della superficie. Il numero minimo di campioni da impiegare dipende dall'omogeneità del materiale lapideo e dalla sequenza operativa che si adotterà nell'esecuzione delle misure, alcune delle quali richiedono la distruzione del campione. In linea di massima si ritiene necessario impiegarne almeno 20 per ogni tipo di trattamento da sottoporre a controllo.

Quando il controllo viene effettuato per ricercare il trattamento più idoneo ad un particolare monumento sarebbe opportuno utilizzare campioni provenienti dal monumento stesso e rappresentativi dello stato di conservazione di ciascuno dei litotipi presenti. Poiché non sempre è possibile prelevarne in quantità sufficiente per la sperimentazione, ci si può servire di materiali dello stesso litotipo recuperati nella demolizione o sostituzione di parti di edifici della zona ed appositamente archiviati e immagazzinati (NORMAL 2180).

Qualora non si verifichino le precedenti alternative vanno utilizzati campioni di cava invecchiati naturalmente o artificialmente. L'invecchiamento deve essere spinto fino a raggiungere, con sufficiente approssimazione, le caratteristiche del materiale in opera. La scelta del tipo di "invecchiamento artificiale" viene effettuata di volta in volta in base ai risultati ot- tenuti dall'indagine sulle cause di degrado. I metodi più frequentemente impiegati sono: cicli di gelo-disgelo, cicli di sec- co-umido, cicli di cristallizzazione di sali e cicli di corrosione per nebbia acida.

*Applicazione del consolidante*

a) I campioni destinati alle prove di assorbimento di acqua per immersione e di resistenza all'invecchiamento vengono completamente rivestiti da due strati di garza con uno strato di ovatta

di cotone interposto ("packet"). I provini, così rive- stiti, vengono poggiati su un supporto di vetro posto all'interno di una vaschetta, anch'essa di vetro, contenente la soluzio- ne consolidante. Il livello della soluzione non deve raggiungere la base dei provini e va mantenuto costante; l'impregnazione avviene per capillarità attraverso un lembo di ovatta che fuoriesce appositamente dal "packet" e che si trova immerso nel liquido impregnante;

b) i campioni destinati alle misure di porosità, alla valutazione della profondità di penetrazione, alla misura della per- meabilità al vapor d'acqua e alla misura dell'assorbimento di acqua per capillarità non vengono fasciati. In questo caso l'impregnazione si effettua su una sola faccia del campione. Si opera per capillarità mediante una spessa striscia di cotone posizio- nata in modo da avere l'estremità inferiore immersa nella soluzione e quella superiore aderente alla faccia da impregnare. Una sif- fatta preparazione consente di valutare meglio l'effettiva profondità di penetrazione del consolidante, in quanto è più simile al trat- tamento effettuabile in situ.

Sia nel caso a) che nel caso b) la concentrazione del consolidante viene stabilita mediante prove preliminari; il tempo di tratta- mento è in genere di 72 ore. Fa eccezione il caso in cui la ditta fornitrice specifichi particolari modalità di applicazione. Terminato il processo di impregnazione, i provini vanno liberati dall'involucro di garza e cotone e lasciati asciugare, prima a temperatura ambiente e poi in stufa. Salvo diversa indicazione della ditta fornitrice, il tempo di permanenza in aria è di circa 1 mese e la tempera- tura della stufa è di 50-60° C.

*Applicazione del protettivo*

Terminato il processo di consolidamento, viene applicato il protettivo, a temperatura ambiente e, in genere, mediante pennello, sulle stesse facce del campione trattate con il consolidante. Normalmente si effettuano due applicazioni successi- ve con un intervallo di tempo variabile da 1 a 3 giorni, salvo diversa indicazione della ditta fornitrice. I campioni vengono poi lasciati a temperatura ambiente per almeno 20 giorni, prima di iniziare i controlli, salvo indicazione della ditta fornitrice. Per valutare l'efficacia del solo protettivo, il prodotto si applica su campioni tal quali e con le stesse modalità ora descritte.

*Caratteristiche dei prodotti impiegati*

La viscosità dei prodotti impiegati per il consolidamento e per la protezione viene misurata a 20°C ed espressa in cl nel caso di prodotti sciolti in solvente, la concentrazione della soluzione impiegata viene espressa come in massa.

Misure per la valutazione di trattamenti consolidanti e protettivi. Le misure vengono effettuate su almeno tre campioni trattati e, per confronto, su uno stesso numero di campioni non trattati. Vanno valutate almeno le seguenti caratteristiche:

a) variazione ponderale
b) colore d'insieme (mediante Carte Munsell, DIN, Methuen; con misure di riflettanza)
c) assorbimento d'acqua per capillarità (v. NORMAL – 11/82)
d) assorbimento d'acqua per immersione totale (v. NORMAL – 7/81)
e) assorbimento d'acqua sotto basse pressioni, con il metodo della pipetta
f) velocità di evaporazione dell'acqua assorbita. La prova viene effettuata immediatamente dopo quella dell'assorbimento di acqua per immersione totale, sugli stessi campioni, in condizioni

costanti di temperatura e di umidità relativa ed in assenza di ventilazione (T = 20 °C, UR 55% ottenuta con gel di silice);

g) distribuzione porosimetrica (v. NORMAL – 4/80). Le misure vengono effettuate su almeno due strati successivi del campione, a partire dalla superficie trattata. Ogni strato deve avere uno spessore di 0,5 cm e, per ognuno di essi, si eseguo- no almeno 3 misure;

h) permeabilità al vapor d'acqua misurata su strati dello spessore di 1cm, ottenuti sezionando il campione parallelamente alla faccia trattata;

i) valutazione della profondità di penetrazione del consolidante. Si opera mediante: misure di porosità su strati successi- vi; metodi ottici quali l'osservazione al microscopio ottico ed elettronico a scansione di porzioni successive di campione e l'osservazione ad occhio nudo di sezioni, trasversali alla faccia trattata, spruzzate con acqua; misura della velocità di as- sorbimento di microgocce di acqua, sulle stesse sezioni trasversali;

j) resistenza a compressione ed analisi della curva sforzo-deformazione. Si fa presente che per materiali lapidei poco po- rosi la prova potrebbe non essere particolarmente significativa per il minimo incremento che il materiale potrebbe subire a causa della ridotta penetrazione del consolidante.

Le misure, ad eccezione di quelle elencate al punto i), vanno ripetute dopo aver esposto i campioni ad un numero conve- niente di cicli di "invecchiamento artificiale". Tali cicli vanno scelti tra quelli che meglio simulano i fattori di alterazione ai quali è esposto il manufatto da trattare. Gli "invecchiamenti" più frequentemente usati, anche in combinazione fra loro, sono:

- esposizione alle radiazioni UV, in condizioni controllate di temperatura ed umidità relativa
- cicli di secco-umido e cicli termici
- cicli di gelo-disgelo
- cicli di cristallizzazione di sali
- cicli di corrosione per nebbia acida e/o salina.

*Misure per la valutazione di trattamenti protettivi*

Volendo valutare l'efficacia del solo protettivo vanno considerate almeno le caratteristiche elencate nel precedente para- grafo (misure per la valutazione di trattamenti consolidati e protettivi) ai punti b), c), e), f), h). Va inoltre eseguita la misu- ra dell'angolo di contatto tra la superficie trattata e acqua deionizzata. Le misure vanno ripetute dopo aver esposto i cam- pioni ad un numero sufficiente di cicli di "invecchiamento artificiale" secondo quanto descritto al paragrafo precedente.

*Valutazione dei risultati*

La valutazione dell'efficacia dei trattamenti di pulitura, consolidamento e protezione va effettuata esaminando comples- sivamente l'insieme dei risultati ottenuti e stimando eventualmente la significatività delle diverse prove in funzione dello scopo del trattamento preso in esame (prevalentemente consolidante, solo protettivo, ecc.). Al momento attuale non si pos- sono stabilire dei limiti di accettabilità per i vari trattamenti. La valutazione non ha mai valore assoluto, ma rappresenta comunque un modo oggettivo di confronto tra materiale trattato e non trattato e tra prodotti diversi. Per la sua delicatezza, va affidata soltanto ad esperti scientifici con specifica

esperienza nel settore della conservazione dei materiali lapidei.

*Pulitura*

Tutte le proprietà misurate (a, b, c, d, e, f) devono subire le minori variazioni possibili.

*Consolidamento*

a) variazione ponderale: un incremento viene considerato positivo; tale dato ha significato solo nell'apprezzamento del materiale sperimentato, ma non per giudicare la bontà del trattamento;

b) colore d'insieme: non si devono verificare apprezzabili variazioni;

c) assorbimento d'acqua per capillarità: deve essere ridotto sia il coefficiente di assorbimento che il valore massimo dell'acqua assorbita;

d) assorbimento d'acqua per immersione totale: la capacità di imbibizione deve essere ridotta;

e) assorbimento d'acqua sotto basse pressioni: l'imbibizione deve essere minima;

f) velocità di evaporazione dell'acqua assorbita: deve essere la più alta possibile o, quanto meno, la più vicina a quella del materiale non trattato;

g) distribuzione porosimetrica: la porosità aperta integrale deve essere ridotta; la percentuale dei pori piccoli (diametro < 1 mm) deve avere il minimo incremento;

h) permeabilità al vapor d'acqua: deve essere la più alta possibile o, quanto meno, la più vicina a quella del materiale non trattato;

i) profondità di penetrazione del consolidante: deve essere la massima possibile e con la massima omogeneità di diffu- sione;

l) carico di rottura a compressione: deve subire un incremento.

*Protezione*

Valgono le stesse indicazioni date per la valutazione del consolidante. La misura dell'angolo di contatto deve registrare l'incremento più alto possibile.

**UNI 10921** Beni culturali – Materiali lapidei naturali ed artificiali – Prodotti idrorepellenti – Applicazione su provini e determinazione in laboratorio delle loro caratteristiche.

*Interventi di manutenzione ordinaria*

Gli interventi di manutenzione ordinaria devono seguire nel tempo quelli di manutenzione straordinaria. Essi hanno la finalità di prevenire o di fermare al primo apparire ogni nuova forma di degrado che può verificarsi anche nel caso di interventi eseguiti in modo assolutamente corretto, soprattutto quando non sia stato possibile rimuovere le cause che provocano determinati danni (ad es.: l'influenza dei fattori climatici). Gli interventi di manutenzione ordinaria comportano con- trolli ed opere di breve periodo, devono avere una periodicità definita (ad es.: annuale o biennale) e devono essere affidati a personale specializzato (come nel caso degli interventi straordinari). In linea di massima, la manutenzione ordinaria prevede:

a) controllo della funzionalità dei sistemi di convoglia mento delle acque e dell'efficienza delle coperture e degli eventuali impianti tecnici capaci di influire sulla conservazione del monumento;

b) controllo ravvicinato e registrazione dello stato delle superfici, relativamente alla presenza di: depositi di polveri, guano, ecc.; formazioni di efflorescenze e loro natura; contenuti anomali di umidità nei materiali (valutati mediante misure non distruttive); soluzioni di continuità, fratture, fessure, ecc.; alterazioni da microrganismi e piante infestanti;

c) eventuale esecuzione di: interventi di pulitura (spolverature, lavaggi con acqua nebulizzata); riparazioni di fratture, lesioni e simili, mediante stuccature con materiali definiti nel disciplinare; esecuzione di opere di protezione mediante applicazione di protettivi superficiali o coperture stagionali; esecuzione di disinfezioni e disinfestazioni.

**Art.24 – Indagini sulle caratteristiche dei terreni e delle fondazioni**

1) *Terreni*

*Prelievo dei campioni* – Al fine di eseguire le prove di laboratorio sui campioni estratti l'appaltatore dovrà mantenere invariate le proprietà fisico meccaniche dei terreno; a questo scopo dovrà prelevare, ricorrendo ad appositi utensili di campionamento, dei campioni indisturbati. Per terreni coerenti a grana fine e a bassa o media consistenza dovrà utilizzare strumenti a pareti sottili, a pistone e a postone idraulica. Per terreni coesivi ad elevata consistenza, non essendo possibile l'infissione dei campionatori a pressione, verranno usati strumenti a rotazione a doppia parete. I campioni prelevati dovranno essere trattati con cura proteggendoli da eventuali danneggiamenti, dall'irraggiamento solare, da fonti di calore, gelo, e da vibrazioni. Per la determinazione delle caratteristiche fisiche possono essere utilizzati anche campioni rimaneg- giati prelevati da sondaggi o scavi.

*Classificazione dei terreni* – Le analisi dovranno essere effettuate presso laboratori accreditati sui campioni al fine di de- terminare gli indici che consentono di identificare e classificare i terreni. Le modalità saranno le seguenti:

- esecuzione del sondaggio nel terreno mediante apposita strumentazione
- prelievo e collocazione del campione in una apposita cassetta di catalogazione
- trasporto in laboratorio ed esecuzione delle analisi per determinare: la granulometria; le dimensioni dei granuli e le percentuali di peso delle frazioni di rocce sciolte mediante la vagliatura o la decantazione; il contenuto di umidità; il contenuto naturale di ac- qua definito dal rapporto tra il peso dell'acqua e il peso del materiale sciolto ed essiccato; la porosità e l'indice dei vuoti; il peso specifico assoluto e apparente; in assenza di porosità il primo, in relazione all'unità di volume allo stato naturale il secondo; i limiti di consistenza o le percentuali di acqua in relazione ai vari stati di consistenza, limite liquido, plastico e di ritiro; gli indici di plasti- cità e di consistenza.

*Conoscenza delle caratteristiche meccaniche* – I cedimenti sono, come noto, una delle principali cause di dissesto imputabili al terreno fondale, la determinazione del rapporto tra i carichi applicati e le deformazioni è quindi di notevole importanza ai fini della valutazione della sicurezza statica. La sua conoscenza consente di valutare il cedimento conseguente ad un carico gravante sul terreno e di fissare quello massimo a m miscibile in funzione del cedimento limite consentito. L'appaltatore dovrà, quindi, eseguire le prove meccaniche al fine di risolvere problemi di ordine geotecnico. La definizione delle proprietà meccaniche dei terreni sarà necessaria per una corretta valutazione del comportamento dei terreni sotto- posti al sovraccarico derivale da una costruzione o per il calcolo di eventuali cedimenti. Per l'esecuzione delle analisi di tipo meccanico in laboratorio sarà fondamentale eseguire il prelievo indisturbato del campione, da eseguire mediante doppio carotiere.

Le modalità saranno le seguenti.

- Esecuzione di sondaggio nel terreno, prelievo di campione indisturbato, sua collocazione in apposita cassetta di catalogazione e trasporto in laboratorio.
- Esecuzione di una serie di analisi per determinare: la compressibilità; la capacità di un terreno di subire riduzioni di volume a seguito di sollecitazioni di sforzo normale; prova edometrica; la resistenza al taglio; deformazione dovuta al mu- tuo avvicinamento e scorrimento delle particelle solide; prove di taglio dirette e prove triassiali.
- Rilevamento di alcuni parametri fondamentali: prova edometrica; modulo di compressibilità edometrica, indice di compressibilità, coefficiente di consolidazione e di permeabilità; prove di taglio dirette e triassiali; coesione e angolo di attrito interno, limite alla rottura per scorrimento.

*Analisi stratigrafica* – L'analisi dovrà consentire la conoscenza dei terreni sottostanti la fondazione dell'edificio, la loro successione litologica, i singoli spessori ed alcune delle loro caratteristiche principali. L'appaltatore eseguirà l'indagine utilizzando esclusivamente sonde rotative che evitino il più possibile vibrazioni negative e dannose ai fini della stabilità della costruzione. Mediante la ricostruzione del profilo stratigrafico del terreno fondale dovrà essere possibile determinare l'ottimizzazione dell'interazione tra il terreno e la struttura. Questa analisi esaminata non dovrà essere eseguita nel caso in cui ci si trovi in presenza di terreni coesivi, incoerenti e granulari in quanto difficilmente si riuscirà a prelevare un campio- ne significativo, sarà quindi più opportuno ricorrere ad un altro tipo d'indagine. Le modalità saranno le seguenti:

- Esecuzione delle perforazioni ad andamento verticale e con diametri compresi tra i 75 e i 150 mm, mediante doppio carotiere ad esclusiva rotazione, munito di corona diamantata;
- Prelievo indisturbato in profondità del campione di terreno da esaminare che verrà ordinato in opportune cassette di catalogazione;
- Invio dei campione di terreno presso laboratori certificati al fine di determinare la sezione stratigrafica e le caratteristiche meccaniche.

*Indagini piezometriche* – I piezometri consentono il rilievo della quota piezometrica delle falde acquifere, la sua escursione nel tempo, e la distribuzione della pressione interstiziale nel terreno. I piezometri da utilizzare potranno essere del tipo a tubo aperto, da utilizzare prevalentemente in terreni permeabili, oppure piezometri speciali, idraulici, pneumatici, elettrici o multipli.

Il piezometro a cella verrà utilizzato in terreni a media ed alta permeabilità al fine di controllare l'andamento della pressione idrica in un determinato strato del terreno. Quello a tubo microfessurato verrà utilizzato preferibilmente su terreni granulari e sabbiosi, ad elevata permeabilità, per il controllo delle variazioni dei livelli della falda. Questi strumenti presen- tano il vantaggio di essere facilmente automatizzabili nelle operazioni di rilevamento dei dati, sono facilmente installabili, affidabili e di facile manutenzione. L'unico svantaggio consiste nei tempi lunghi; sono adatti esclusivamente alla misura dei livelli di falda. Le modalità saranno le seguenti:

- esecuzione della perforazione ad andamento verticale nel terreno fino ad intercettare la falda acquifera
- inserimento nel cavo del tubo a cella (costituito da un elemento filtrante di differente granulometria e porosità) o del tubo microfessurato (tubo costituito da un tratto che presenta

minuscole fessure)

- collegamento dei tubi alla superficie mediante un dotto di accesso
- esecuzione della misura del livello per mezzo di un idoneo scandaglio elettrico dotato di cavo centimetrato e ripetizione della lettura ad intervalli di circa un mese.

Le letture possono essere richieste del tipo automatizzato; in questo caso si dovrà inserire permanentemente all'interno della tubazione di accesso un trasduttore di livello collegato ad un sistema automatico di acquisizione.

*Prove penetrometriche* – L'impossibilità di prelevare, dai depositi sabbiosi di terreni incoerenti e granulari, campioni in- disturbati e di buona qualità ha indirizzato gli operatori verso l'uso di correlazioni in grado di associare la densità relativa ai risultati conseguiti dallo svolgimento di specifiche prove in situ. Attraverso l'esecuzione di prove penetrometriche si dovrà risalire alla resistenza del terreno esaminato, in maniera continua o per tutta la lunghezza della prospezione. La pro- va consisterà nell'infissione fino a rifiuto (statica o dinamica) di un'apposita asta puntata. Le prove penetrometriche stati- che potranno essere eseguite su tutti i tipi di terreno compresi fra argille e sabbia grossa. Durante l'esecuzione delle prove penetrometriche dinamiche occorrerà battere anche il tubo di rivestimento al fine di evitare l'insorgere di fenomeni di attrito. Sarà preferibile ricorrere alla prova penetrometrica statica (attraverso cui si misurerà la resistenza alla punta e l'attrito laterale) rispetto a quella dinamica in quanto i risultati da essa forniti non sono influenzati in maniera apprezzabile dalle modalità di esecuzione o dalla perizia degli operatori. La prova penetrometrica statica risulterà più economica e di più rapida esecuzione rispetto a quella dinamica. Le modalità saranno le seguenti:

- esecuzione di un sondaggio di diametro esterno pari a circa 4-5 cm;
- posizionamento del penetrometro ed infissione della punta dell'asta: per le prove penetrometriche dinamiche si eseguirà la ripetuta battitura della punta conica con un maglio di peso noto lasciandolo cadere da un'altezza di circa 50-70 cm; per le prove penetrometriche statiche si eseguirà l'infissione ad una velocità costante utilizzando un dispositivo di spinta costituito da due pistoni idraulici;
- lettura del valore dello sforzo di infissione: per le prove dinamiche si effettuerà la misurazione del numero di colpi necessari per infiggere la punta dello strumento per circa 40 cm; per le prove statiche, in relazione al tipo di dispositivo di misura, si potranno utilizzare penetrometri elettrici o meccanici. La penetrazione della batteria di aste dovrà avvenire ad una velocità costante (circa 2 cm /sec.), indipendentemente dalla resistenza incontrata.

*Prove dilatometriche* – La prova dilatometrica consisterà nell'applicazione di un carico radiale ed uniforme contro la parete di un foro precedentemente eseguito in profondità mediante l'uso di una sonda a rotazione. La sonda, attraverso cui verrà immessa la pressione, sarà costituita da un'anima in acciaio rivestito esternamente con una guaina di gomma armata. Il diametro del dilatometro sarà compreso tra 7,5 e 20 cm mentre la sua lunghezza potrà variare tra i 60 e i 100 cm. L'indagine verrà effettuata ad elevate profondità (circa 100 m) applicando il carico uniformemente sulla superficie del per- foro lungo un tratto di limitata lunghezza.

Ogni misura interesserà una porzione di roccia di modesto sviluppo in altezza ed esprimerà un valore

locale limitato alla zona esaminata. Si dovrà ovviare a questo inconveniente ripetendo diverse prove a differenti profondità. Il dilatometro potrà essere utilizzato, se richiesto, anche per determinare le caratteristiche di deformabilità delle strutture fondali, eseguendo sondaggi inclinati sulle stesse strutture di fondazioni. Le modalità saranno le seguenti:

- realizzazione di un sondaggio a sola rotazione mediante l'uso di un carotiere munito di corona diamantata assicurando- si che le pareti risultino lisce e regolari al fine di facilitare la corretta misura delle deformazioni;
- inserimento della sonda dilatometrica all'interno del foro predisposto;
- pompaggio dall'esterno di gas o di liquido in pressione;
- misurazione delle deformazioni mediante l'uso di trasduttori di spostamento, installati nella parte centrale ed atti a tra- smettere all'esterno le variazioni diametrali relative ai vari carichi applicati, secondo diverse direzioni;
- definizione del modulo elastico (E) relazionato con le deformazioni diametrali (D) rilevate attraverso una specifica formula per il calcolo dell'elasticità.

*Prove scissometriche* – Questa prova consente la misurazione della resistenza al taglio di terreni coesivi mediante l'infissione, nel fondo di una perforazione, di una paletta cruciforme e sottoponendo quest'ultima ad uno sforzo di torsione in grado di tagliare la zona del terreno esaminata. Lo svolgimento della prova richiederà tempi brevi senza dovere effettua- re alcun tipo di drenaggio. L'uso di questa metodologia di prova è consigliabile su terreni coesivi saturi e non fessurati (da soffici a compatti) e comunque in tutti i casi in cui non sia possibile effettuare il prelievo di campioni indisturbati di terre- no per eseguire successive prove in laboratorio. Le modalità saranno le seguenti:

- realizzazione nel terreno di una perforazione verticale;
- introduzione all'interno del foro della paletta munita in testa di quattro alette rettangolari disposte a croce, con le rela- tive aste di prolunga e supporti distanziatori; successiva infissione sul fondo del foro di sondaggio;
- applicazione di uno sforzo di torsione tale da fare ruotare la paletta intorno al proprio asse di simmetria verticale;
- rilevamento del valore massimo della tensione mediante un misuratore di coppia ad elevata precisione.

*Indagini soniche e sismiche* – Queste indagini vengono utilizzate per la determinazione delle caratteristiche meccaniche del terreno e per la sua analisi dinamica ai fini dello studio delle interazioni esistenti fra il suolo e la struttura. Le metodologie in uso sono di due tipi, il metodo Cross-hole e quello Down-hole. Mediante il primo metodo è possibile analizzare terreni, rocce, pali e strutture di fondazione; il sistema consiste nel misurare il tempo impiegato dalle onde sonore o sismi- che nell'attraversare una certa massa lungo una traiettoria orizzontale.

Le prove di Down-hole, invece, prevedono l'inserimento nel foro d'ispezione di una sonda ricevente; la trasmissione delle onde avviene direttamente da una sorgente superficiale esterna. Questa tecnica permette di mettere in relazione la durata del percorso dell'impulso con le proprietà fisiche e meccaniche dell'oggetto indagato. Le misure della velocità delle onde sismiche consentono di

determinare in sito le costanti elastiche, il modulo di Young ed il modulo di elasticità al taglio.
In genere le prove Cross-hole e Down-hole faranno parte di un programma diagnostico più vasto; verranno preferibilmente eseguite associandole ad altre prove che richiedono in ogni caso la perforazione del terreno. Il metodo Down-hole offrirà il vantaggio di richiedere l'esecuzione di una sola perforazione, mentre la profondità di indagine sarà limitata dal fatto che le onde generate dalla sorgente superficiale subiscono una graduale e crescente attenuazione quando il ricevitore viene posizionato in profondità. Il metodo Cross-hole presenta l'inconveniente della necessità di eseguire due o più perfo- razioni, ma fornisce profili e moduli elastici di elevata precisione anche a grandi profondità, in quanto la distanza tra emet- titore e ricevitore rimane costante. Le modalità saranno le seguenti:

- realizzazione delle perforazioni prescritte con andamento verticale all'interno del terreno o della struttura da esamina- re;
- inserimento all'interno delle perforazioni per il sistema Cross-hole delle sonde (trasmittente e ricevente) collegandole a loro volta ad uno strumento che alimenta quella trasmittente e che visualizza il tempo impegnato dall'impulso per raggiungere la ricevente; per il sistema Down-hole inserimento in profondità del ricevitore e successivo posizionamento della sor- gente trasmittente;
- misurazione del tempo impiegato dall'onda sonica o sismica per coprire la distanza tra la sorgente e il ricevitore, che rapportato alla stessa distanza fornirà la velocità delle onde.

2) *Palificazioni* – Dovranno essere valutate le eventuali variazioni delle caratteristiche del terreno e le conseguenze che l'esecuzione della palificata può avere provocato sulle strutture.

Le indagini potranno essere dirette anche ad accertare l'idoneità del tipo di palo in relazione alle caratteristiche dei terre- ni e delle acque del sottosuolo. Con le indagini si debbono accertare le caratteristiche del terreno di fondazione fino alle profondità interessate da significative variazioni tensionali. La determinazione del carico limite del complesso palo-terreno deve essere effettuata con uno o più dei seguenti procedimenti:

- metodi analitici per la valutazione della resistenza alla base e lungo il fusto
- correlazioni basate sui risultati di prove in sito
- sperimentazione diretta su dei pali di prova.

La valutazione del carico assiale sul palo singolo dovrà essere effettuata prescindendo dal contributo delle strutture di collegamento direttamente appoggiate sul terreno.
La sperimentazione diretta con prove di carico su pali singoli o gruppi di pali, dovrà essere in ogni caso eseguita quando, per le caratteristiche dei terreni, i risultati delle indagini non consentono di esprimere giudizi affidabili sul comportamento del palo.

Il carico ammissibile della palificata dovrà essere determinato tenendo conto del carico ammissibile del singolo palo, dell'influenza della configurazione geometrica della palificata, della tipologia costruttiva di palo, della costituzione del sottosuolo e del tipo di struttura di collegamento orizzontale delle teste dei pali. Il carico ammissibile della palificata deve es- sere stabilito anche in relazione al valore dei cedimenti assoluti e differenziali compatibili con la sicurezza e la funzionalità

dell'opera e di quelle adiacenti.
Le prove per la determinazione del carico limite del palo dovranno essere spinte fino a valori del carico assiale tali da portare a rottura il complesso palo-terreno o comunque tali da essere adeguatamente superiori al massimo carico di esercizio e comunque tali da consentire di ricavare significativi diagrammi dei cedimenti della testa del palo in funzione dei carichi e dei tempi. Le prove di carico dei pali di diametro inferiore a 80 cm devono essere spinte ad almeno 1,5 volte il previsto carico assiale massimo di esercizio.
Le prove di carico orizzontale dovranno essere eseguite al fine di valutare l'entità degli spostamenti orizzontali e delle rotazioni della testa del palo, degli spostamenti orizzontali in profondità sotto l'azione dei carichi orizzontali di esercizio e dei parametri geotecnici assunti per il calcolo del palo.
*Controlli non distruttivi sui pali di fondazione* – La direzione dei lavori potrà richiedere all'appaltatore oltre all'esecuzione di prove di tipo distruttivo (prove di carico verticale od orizzontale, prove di resistenza dei calcestruzzi e sugli acciai impiegati previsti dalle vigenti norme) anche l'esecuzione di controlli non distruttivi di tipo dinamico sui pali di fondazione in modo da individuare gli eventuali difetti, controllarne la continuità e la lunghezza:

- prove a basse deformazioni (prova di ammettenza meccanica verticale, prova di eco sonico o della risposta impulsiva, ecc.) quando vengono analizzate in termini di propagazione dell'onda d'urto in un mezzo monodimensionale elastico- lineare;
- prove ad alte deformazioni, quando vengono analizzate in termini di propagazione dell'onda d'urto in un mezzo monodimensionale con vincoli elasto-visco-plastici.

Altre prove non distruttive potranno essere del tipo ultrasonico come il carotaggio sonico, il Cross-hole di cui al punto precedente.

## CAPO III - MODALITÀ DI ESECUZIONE DEI LAVORI

### Art.25 – Demolizioni e rimozioni

Le demolizioni relative ad opere di sottofondazione o all'eliminazione di stati critici di crollo o alla rimozione di materiale pregiato da ricollocare "in situ", dovranno essere effettuate con ogni cautela al fine di tutelare i manufatti di notevole valore storico. L'appaltatore dovrà prevedere altresì al preventivo rilevamento e posizionamento di quei segnali necessari alla fedele ricollocazione dei manufatti. La zona dei lavori sarà opportunamente delimitata, i passaggi saranno ben individuati ed idoneamente protetti; analoghe protezioni saranno adottate per tutte le zone (interne ed esterne al cantiere) che possano comunque essere interessate alla caduta di materiali.
Prima dell'inizio di lavori di demolizione è fatto obbligo di procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e di stabilità delle strutture da demolire e dell'eventuale influenza statica su strutture limitrofe. Le strutture eventualmente pericolanti dovranno essere puntellate; tutti i vani di balconi, finestre, scale, ballatoi, ecc., dopo la demolizione di infissi e parapetti, dovranno essere sbarrati. Particolare attenzione si dovrà porre in modo da evitare che si creino zone di instabilità strutturale.
I materiali demoliti dovranno essere immediatamente allontanati, guidati mediante apposite canalizzazioni o trasporti in basso con idonee apparecchiature dopo essere stati bagnati onde evitare il sollevamento di polvere. Risulterà in ogni caso assolutamente vietato il getto dall'alto di qualsiasi materiale. Tutti gli sfabbricidi provenienti dalle demolizioni, ove non diversamente specificato, resteranno di proprietà dell'amministrazione appaltante.
Competerà, quindi, all'appaltatore l'onere della loro selezione, pulizia, trasporto e immagazzinaggio nei depositi dell'amministrazione o dell'accatastamento, nelle aree stabilite dalla D.L., dei materiali riutilizzabili e del trasporto a discarica di quelli di scarto.
Dovranno essere, altresì osservate, in fase esecutiva, le norme riportate nel D.Lgs 81/2008 (Testo Unico sulla salute e sicurezza nei luoghi di lavoro). Sarà tassativamente vietato il lavoro degli operai sulle strutture da demolire.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO, COLLAUDO

Il direttore dei lavori provvederà a verificare le quote dei piani di demolizione rispetto al piano di ricostruzione, e le quote orizzontali rispetto ai picchetti predisposti per le demolizioni.
La direzione dei lavori potrà richiedere, a cura e spese dell'appaltatore, un controllo al fine di accertare se i lavori siano stati eseguiti senza arrecare danno alcuno alle strutture adiacenti. A tal fine potrà eseguire approfondite indagini strutturali o potrà richiedere, nei casi più delicati, il concomitante monitoraggio delle strutture adiacenti.

### Art.30 – Demolizioni di volte, di solai e di coperture

Per le opere di demolizione di solai, volte e coperture, l'appaltatore sarà obbligato ad attenersi oltre che alle norme riportate dall'art. "Demolizioni e rimozioni" del presente disciplinare, anche, alle seguenti disposizioni.
*Coperture* – Operata, con ogni cautela, la dismissione del manto di copertura, 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, dovrà essere effettuata intervenendo dall'interno; in caso contrario gli addetti dovranno lavorare solo sulla struttura principale e mai su quella secondaria, impiegando tavole di ripartizione. Quando la quota del piano di lavoro rispetto al piano sottostante supererà i 2 m, l'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre un'impalcatura; se la presenza di un piano sottostante non portante o inagibile non dovesse consentirne la costruzione, dovrà fornire agli addetti ai lavori delle regolamentari cinture di sicurezza complete di bretelle e funi per la trattenuta.
*Solai piani* – Demoliti e rimossi i pavimenti ed i sottofondi, i tavellonati e le voltine, l'appaltatore, nel caso che non si doves- sero dismettere i travetti, provvederà a fare predisporre degli idonei tavolati di sostegno per gli operai. I travetti dovranno essere sfilati dalle sedi originarie evitando di fare leva sulle murature mediante il puntellamento, la sospensione ed il taglio dei travetti.
Le solette monolitiche in cemento armato prive di una visibile orditura principale, dovranno essere puntellate allo scopo di accertare la disposizione dei ferri di armatura. L'appaltatore dovrà, altresì, evitare la caduta sui piani sottostanti dei materiali rimossi e l'eccessivo accumulo degli stessi sui solai.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO, COLLAUDO

Il direttore dei lavori provvederà a verificare le quote dei piani di demolizione rispetto al piano di ricostruzione, e le quote orizzontali rispetto ai picchetti predisposti per le demolizioni.

La direzione dei lavori potrà richiedere, a cura e spese dell'appaltatore, un controllo al fine di accertare se i lavori siano stati eseguiti senza arrecare danno alcuno alle strutture adiacenti. A tal fine potrà eseguire approfondite indagini strutturali o potrà richiedere, nei casi più delicati, il concomitante monitoraggio delle strutture adiacenti.

**Art.26 – Scavi – Generalità**

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 dei lavori. Nella esecuzione degli scavi in genere l'appaltatore dovrà procedere in modo da impedire scoscendimenti e franamenti, restando esso, oltre che totalmente responsa- bile 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, 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

rinterri esse dovranno essere depositate in luogo adatto, accettato dalla direzione dei 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 fare asportare, a spese dell'appaltatore, le materie depositate in contravvenzione alle precedenti disposizioni.
Ove si dovesse procedere all'interno di costruzioni o in adiacenza alle murature, gli 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 un'esecuzione maldestra degli scavi, sarà effettuata a totale carico dell'appaltatore.

**Art.27 – 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 su- perficie 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.
MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
Il direttore dei lavori provvederà a verificare le quote dei piani di scavo rispetto al piano di campagna, e le quote orizzontali rispetto ai picchetti predisposti al piano di campagna in parti non interessati degli scavi.

**Art.28 – Scavi di fondazione**

Per scavi di fondazione in generale si intendono quelli incassati ed a sezione ristretta necessari per dare luogo sia alla costruzione di muri o di pilastri di fondazione propriamente detti, sia alla realizzazione di opere di sottofondazione atte al consolida- mento delle strutture fondali. In ogni caso saranno considerati come scavi di fondazione quelli atti per dare 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 del debito conto le istruzioni impartite dal Ministero dei Lavori Pubblici con la circolare 6 novembre 1967, n. 3797 del servizio tecnico centrale.
Le profondità, che si trovino indicate nei disegni di progetto, sono perciò di semplice avviso e l'amministrazione appaltante si riserva piena facoltà di variare nella misura che reputerà più conveniente, senza che ciò possa dare all'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.

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.
Compiute le opere in fondazione, lo scavo che si fosse dovuto fare più all'ingiro della medesima dovrà essere diligentemente riempito e costipato, a cura e spese dell'appaltatore, con le stesse materie scavate, sino al piano del terreno naturale primitivo.
Gli scavi per fondazione dovranno, quando occorre, essere solidamente puntellati e sbatacchiati 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 puntelli e sbatacchiature, alle quali egli deve provvedere di propria iniziativa, adottando anche tutte le precauzioni riconosciute necessarie, senza rifiutarsi per nessun prete- sto di ottemperare alle precauzioni che al riguardo gli venissero impartite dalla direzione dei lavori.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Il direttore dei lavori provvederà a verificare le quote dei piani di scavo rispetto al piano di campagna, e le quote orizzontali rispetto ai picchetti predisposti al piano di campagna in parti non interessati degli scavi. La direzione dei lavori potrà richiedere, a cura e spese dell'appaltatore, un controllo al fine di accertare se i lavori siano stati eseguiti senza arrecare danno alcuno alle strutture adiacenti. A tal fine potrà eseguire approfondite indagini strutturali o potrà richiedere, nei casi più delicati, il concomitante monitoraggio delle strutture adiacenti.

**Art.29 – Scavi di accertamento e di ricognizione**

Gli scavi per l'accertamento e la ricognizione dei piani originari e, quindi, per l'eliminazione dei detriti e dei terreni vegetali di recente accumulo, verranno effettuati sotto la sorveglianza, con i tempi e le modalità indicate dal personale tecnico incarica- to dalla D.L.
L'uso di mezzi meccanici sarà subordinato alla presenza o meno di reperti "in situ" e, quindi, ad una preventiva indagine. Qualora le materie provenienti dagli scavi dovessero essere utilizzate in tempo differito per riempimenti o rinterri, esse saranno depositate nell'ambito del cantiere e, in ogni caso, in luogo tale che non provochino danno o intralcio al traffico.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Il direttore dei lavori provvederà a verificare le quote dei piani di scavo rispetto al piano di campagna, e le quote orizzontali rispetto ai picchetti predisposti al piano di campagna in parti non interessati degli scavi. La direzione dei lavori potrà richiedere, a cura e spese dell'appaltatore, un controllo al fine di accertare se i lavori siano stati eseguiti senza arrecare danno alcuno alle strutture adiacenti. A tal fine potrà eseguire approfondite indagini strutturali o potrà richiedere, nei casi più delicati, il concomitante monitoraggio delle strutture adiacenti.

**Art.30 – 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 o 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 addossare 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 l'assorbimento di acqua si rammolliscono o si gonfiano generando spinte.
Nella formazione dei 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 maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le murature su tutti i lati e da evitare le sfiancature che potrebbero derivare da un carico male distribuito.
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. È vietato addossare terrapieni a murature di fresca costruzione.
Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'appaltatore.
È obbligo dell'appaltatore, escluso qualsiasi compenso, di dare ai rilevati durante la loro costruzione, quelle maggiori dimen- sioni 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, coni 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 scorti- cata, ove occorra, e, se inclinata, sarà tagliata a gradoni con leggera pendenza verso monte.
MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
Il direttore dei lavori provvederà a verificare le quote dei piani di rinterro rispetto al piano di campagna, e le quote orizzontali rispetto ai picchetti predisposti per il rilevato o il rinterro.

**Art.31 – Paratie e casseri**

Le paratie o casseri in legname occorrenti per le fondazioni debbono essere formati con pali, tavoloni

o palancole infissi nel suolo, e con longarine o filaghe di collegamento in uno o più ordini, a distanza conveniente, della qualità e dimensione 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.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Il direttore dei lavori provvederà a verificare le quote dei piani di posa delle paratie e dei casseri rispetto ai picchetti predisposti.

**Art.32 – Ponteggi**

*Generalità* – Tutti i ponteggi, le sbatacchiature, le tamponature, le murature di rinforzo, i puntelli a sostegno ed a ritegno e le altre opere necessarie alla conservazione, anche provvisoria, del manufatto ed alla sicurezza ed incolumità degli addetti ai lavori, saranno eseguiti nel rispetto delle norme di sicurezza della buona tecnica costruttiva ed ubicati secondo quanto richiesto dalla D.L.

*Ponteggi ed impalcature* – Per i lavori da eseguire ad un'altezza superiore ai 2 metri dovranno essere adottate adeguate impalcature, ponteggi ed altre opere provvisionali atte ad eliminare i pericoli di caduta di persone o di cose secondo quanto disposto dal D.Lgs 81/08.

L'appaltatore avrà l'obbligo di affidare ad un responsabile di cantiere la sorveglianza dei lavori di montaggio e smontaggio ed il periodico controllo delle strutture dei ponteggi.

È consentito montare sul ponteggio tabelloni pubblicitari, graticciati, teloni, reti o altre schermature, solo a condizione che siano prese le necessarie cautele costruttive (aumento degli ancoraggi, diagonali), sulla base di un calcolo firmato, in relazione all'azione del vento presumibile per la zona dove il ponteggio è installato.

Ad intervalli periodici o dopo violente perturbazioni atmosferiche il ponteggio va revisionato sotto il diretto controllo del responsabile di cantiere.

L'appaltatore, inoltre, dovrà fare rispettare le seguenti prescrizioni:

*a)* *Ponteggi in legno:*

- sopra i ponti di servizio e sulle impalcature sarà vietato il deposito di qualsiasi attrezzo o materiale con la sola eccezione per quelli di pronto utilizzo;

- i montanti, costituiti da elementi, accoppiati, dovranno essere fasciati con reggette metalliche (acciaio dolce) fissate con chiodi o con ganasce (traversine in legno).
  Gli elementi dei montanti dovranno essere sfalsati di almeno un ml.
- l'altezza dei montanti dovrà superare di almeno ml 1,20 l'ultimo piano del ponte o il piano di gronda e la distanza fra i montanti non sarà superiore ai ml 3,60:
- l'intera struttura dovrà risultare perfettamente verticale o leggermente inclinata verso la costruzione, assicurata solidamente alla base dei montanti ed ancorata alla costruzione in corrispondenza di ogni due piani di ponte e di ogni due file di montanti;
- i correnti (elementi orizzontali di tenuta), collocati a distanza non superiore a due ml, dovranno poggiare su "gattelli" di legno ed essere fissati ai montanti mediante piattine di acciaio dolce e chiodi forgiati o apposite squadre in ferro (aggan- cia ponti);
- la distanza fra due traversi consecutivi (poggiati sui correnti e disposti perpendicolarmente alla muratura) non sarà superiore a ml 1,20;
- gli intavolati da utilizzare per piani di ponte, impalcati, passerelle ed andatoie dovranno essere costituite da elementi pre- fabbricati costituiti da materiali metallici o da legname sano, privo di nodi passanti o fessurazioni, aventi fibre con an- damento parallelo al loro asse longitudinale e dimensioni adeguate al carico (non inferiore a 4 cm di spessore e 20 cm di larghezza).
  Gli intavolati dovranno poggiare su almeno quattro traversi senza parti a sbalzo, essere posti a contatto con i montanti ed essere distaccati dalla costruzione non più di 20 cm.
- i parapetti saranno costituiti da una o più tavole il cui margine superiore sarà collocato nella parte interna dei montanti a non meno di metri 1 dal tavolato;
- le tavole fermapiede, da collocare in aderenza al piano di calpestio, avranno un'altezza di almeno 20 cm.

*b) Ponteggi metallici:*

- l'appaltatore impiegherà strutture metalliche munite dell'apposita autorizzazione ministeriale che avrà l'obbligo di tenere in can- tiere.
  Le strutture saranno realizzate secondo i disegni, i calcoli e le disposizioni previste D.Lgs. 81/08 e ss.mm.ii.;
- le aste del ponteggio dovranno essere costituite da profilati o da tubi privi di saldature e con superficie terminale ad angolo retto con l'asse dell'asta;
- l'estremità inferiore del montante dovrà essere sostenuta da una piastra di base metallica, a superficie piana, di area non minore a 18 volte l'area del poligono circoscritto alla sezione del montante stesso e di spessore tale da resistere senza deformazioni al carico.
  La piastra dovrà avere un dispositivo di collegamento col montante atto a centrare il carico su di essa e tale da non produrre movimenti flettenti sul montante:
- i ponteggi dovranno essere controventati sia in senso longitudinale che trasversale, ogni controvento dovrà essere atto a resistere sia agli sforzi di trazione che di compressione;
- i giunti metallici dovranno avere caratteristiche di resistenza adeguata a quelle delle aste collegate e dovranno assicurare una notevole resistenza allo scorrimento;
- i montanti di una stessa fila dovranno essere posti ad una distanza non superiore a ml 1,80 da

asse ad asse;

- per ogni piano di ponte dovranno essere utilizzati due correnti di cui uno può far parte del parapetto;
- gli intavolati lignei andranno realizzati come prescritto per i ponteggi in legno.

*c) Ponteggi metallici autosollevanti*

Per l'impiego di dette attrezzature, consistenti in uno o più telai di base sui quali insistono strutture verticali costituite da tronconi reticolari collegati solidamente aventi funzioni di sostegno e guida nei movimenti di salita e discesa, movimenti realizzati attraverso accoppiamenti pignone-cremagliera dell'impalcato costituente il piano di lavoro, è fatto obbligo ai fabbricanti, ai sensi del citato D.Lgs., di munirsi di autorizzazione rilasciata in via esclusiva dal Ministero del Lavoro, previo esame delle relazioni tecniche allegate alla richiesta di autorizzazione. Conseguentemente, qualsiasi altra procedura di control- lo, ancorché espletata da amministrazioni o istituti pubblici, deve ritenersi illegittima.

Questa attrezzatura viene generalmente impiegata per lavori di rifinitura, intonacatura e ristrutturazione di facciate di edifici e ambienti ordinari. Le caratteristiche costruttive, il funzionamento e l'impiego devono essere sottoposti sia all'omologazione per il rilascio di libretto e targhetta, che a successive verifiche periodiche. La normativa vigente assimila i ponteggi autosollevanti ai ponteggi metallici fissi, disciplinandoli con la sez. V del D.Lgs. 81/08 e ss.mm.ii., di conseguenza, per il loro utilizzo è necessaria l'autorizzazione ministeriale, da richiedere per ciascun tipo di ponteggio. L'autorizzazione ministeriale, corredata da istruzioni, schemi e disegni esecutivi, deve essere tenuta in cantiere a disposizione degli organi di vigilanza.

Sotto il profilo della sicurezza questo tipo di attrezzatura rientra nel normale insieme di controlli legati alla vigilanza antinfortunistica da parte dei tecnici degli organi preposti, USSL e Ispettorato del Lavoro. Le principali misure di sicurezza cui riferirsi per i ponteggi metallici autosollevanti fanno capo al D.Lgs. 81/08 e ss.mm.ii. e al D.P.R. 547, in riguardo, per la parte elettrica, alle Norme C.E.I.

*a) Parapetti*

A livello strutturale e dimensionale il parapetto, realizzabile in forme e modi diversi, è una protezione verso il vuoto che serve ad impedire la caduta dall'alto. In senso generale, per parapetto si intende una barriera verticale eretta lungo i bordi esposti di un'apertura nel suolo o nelle pareti, di un ripiano o di una piattaforma, avente lo scopo di impedire la caduta di persone. Viene definito "normale" un parapetto che:

- sia costruito con materiale rigido e resistente in buono stato di conservazione,
- abbia un'altezza utile di almeno m 1,
- sia costituito da almeno due correnti, di cui quello intermedio posto a circa metà distanza fra quello superiore ed inferiore;
- sia costruito e fissato in modo da poter resistere, nell'insieme ed in ogni sua parte, tenuto conto delle condizioni ambientali e della sua specifica funzione.

Viene definito parapetto "normale con arresto al piede" quello dotato di fascia continua poggiante sul piano di calpestio ed alta almeno cm 20. Scopo di questa fascia è quello di impedire la caduta di oggetti nel piano sottostante, nonché di evitare le conseguenze derivanti dall'eventuale slittamento

del piede delle persone che transitano nel tratto delimitato dal parapetto. Nei ponteggi i parapetti dovranno essere del tipo con arresto al piede e non deve rimanere mai uno spazio vuoto in senso verticale superiore a cm 60 tra il passamano e la tavola fermapiede. I correnti e la tavola fermapiede vanno sempre applicati dalla parte interna dei montanti o degli appoggi sia quando fanno parte dell'impalcato di un ponteggio che in qualunque altro caso.
È considerata equivalente ad un parapetto qualsiasi altra protezione, quale muro, parete piena di altro materiale, ringhiera, la- stra, grigliato, balaustrata e simili, capace di realizzare condizioni di sicurezza contro la caduta verso i lati aperti non inferiori a quelle richieste ed indicate.

*b) Andatoie e passerelle*

Servono per accedere ai luoghi più diversi del cantiere, per superare dislivelli o vuoti, per approdare a piani di lavoro posti a quote diverse. Come nel caso delle altre opere provvisionali, vanno dimensionate, realizzate e mantenute a regola d'arte.
La norma impone una larghezza non minore a cm 60 quando sono destinate solo al transito dei lavoratori; per passare a m 1.20 nel caso del trasporto materiali.

La pendenza non deve superare il 50% (altezza pari a non più della metà della lunghezza) anche se il rapporto del 25% è assai più raccomandabile ai fini della sicurezza. Se la lunghezza supera i m 6-8 debbono essere interrotte da pianerottoli di riposo. Per impedire scivolamenti sulle tavole che compongono il piano di calpestio, vanno fissati listelli trasversali a distanza di passo d'uomo carico, vale a dire cm 40 circa. Andatoie e passerelle vanno sempre munite verso il vuoto di parapetto normale con tavola fermapiede (art. 29 D.P.R. 164).

*c) Ponti su cavalletti*

Possono essere utilizzati esclusivamente per lavori da eseguire al suolo o all'interno degli edifici, soprattutto per opere di muratura, intonacatura e simili. Se di altezza inferiore a m 2 è consentito adoperarli senza parapetto. Per altezza si deve inten- dere quella di possibile caduta e non semplicemente quella del solo cavalletto. L'appaltatore, quindi, sarà tenuto a montare i parapetto anche nei ponti su cavalletti di altezza inferiore a m 2 installati però in prossimità di un dislivello che renda l'altezza della possibile caduta superiore a questa misura.
Sarà tassativamente proibito:

- installarli sugli impalcati del ponteggio;
- realizzare un ponte con più ponti su cavalletti sovrapposti;
- far sostenere il peso delle tavole che compongono il piano di lavoro da appoggi di fortuna, quali pile di mattoni, sacchi di materiale, scale a pioli.

L'appoggio dei cavalletti deve sempre essere garantito da un pavimento o piano solido, compatto e livellato. I piedi dei cavalletti, per conferire maggiore stabilità all'insieme, devono essere irrigiditi con tiranti e diagonali e con quando altro è neces- sario. Per livellare gli appoggi si deve ricorrere a spessori in legno e non a mattoni o a blocchi di cemento.
La massima distanza consentita fra due cavalletti con tavole da m 4 di cm 30 x 5 è di m 3,60. Per la maggiore sicurezza l'appaltatore dovrà utilizzare in ogni modo un terzo elemento di sostegno centrale; quest'ultimo sarà obbligatorio ove si utiliz- zino tavole con sezioni inferiori. Senza il terzo cavalletto, infatti, le tavole vengono sollecitate al limite della resistenza.

*d) Ponti a sbalzo*

Nei casi in cui particolari esigenze non permettano l'impiego di un normale ponteggio con montanti poggiati al suolo, l'appaltatore potrà ricorrere all'uso dei cosiddetti ponti a sbalzo solo a condizione che la loro costruzione risponda a rigorosi criteri tecnici, garantendone la solidità, la stabilità e la sicurezza.

Per quelli realizzati in legno l'appaltatore utilizzerà i seguenti criteri costruttivi:

- intavolato compatto con parapetto pieno;
- larghezza non maggiore di cm 1,20;
- traversi di sostegno efficacemente ancorati a parti sicure e stabili dell'edificio, poggianti su strutture resistenti e rigidamen- te collegati fra loro per impedire qualsivoglia spostamento.

Per le mensole metalliche utilizzerà gli stessi principi di assoluta sicurezza, a condizione che gli elementi fissi portanti risul- tino applicati alla costruzione con bulloni passanti, trattenuti dalla parte interna da dadi e controdadi su piastra o da una chia- vella, oppure con altri dispositivi che offrano piena garanzia di resistenza.

Per realizzare questo tipo di ponteggio a sbalzo l'appaltatore dovrà elaborare una specifica relazione di calcolo. L'appaltatore dovrà impedire il transito o lo stazionamento sotto i ponti a sbalzo oppure dovrà proteggerlo con l'adozione di misure o di cautele adeguate come, ad esempio, una robusta mantovana aggettante verso l'esterno all'altezza del solaio di copertura del piano terreno.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Il direttore dei lavori provvederà a verificare la rispondenza alle vigenti normative, controllando le certificazioni (ove richieste) ed i calcoli, verificherà infine le quote dei piani di posa rispetto al piani previsti in progetto e le quote orizzontali rispetto ai picchetti predisposti. Per quanto concerne lo stato d'uso dei ponteggi, al fine di rilevare eventuali anomalie in grado di influire sulla stabilità complessiva del sistema o compromettere la sicurezza dei lavoratori si farà riferimento al D.Lgs. 81/08 e ss.mm.ii.

**Art.33 – Opere provvisionali**

*Puntelli* – Sono organi strutturali destinati al sostegno provvisionale totale o parziale delle masse murarie fatiscenti. Potranno essere costruiti in legname, ferro e in calcestruzzo di cemento armato, con travi unici o multipli allo scopo di assolvere funzio ni di sostegno e di ritegno.

Per produrre un'azione di sostegno, l'appaltatore, secondo le prescrizioni di progetto, adotterà la disposizione ad asse verti- cale semplice o doppia, mentre per quella di ritegno affiderà l'appoggio dei due ritti ad un traverso analogo a quello superiore allo scopo di fruire, nel consolidamento provvisorio, del contributo del muro. Nell'azione di ritegno dovrà adottare, in base alla necessità del caso, la disposizione ad asse inclinato o a testa aderente oppure orizzontale o lievemente inclinata.

La scelta del tipo di puntellamento da adottare sarà fatta secondo quanto stabilito dagli elaborati di progetto o ordinato dalla D.L.

Se la massa presidiata per il degrado causato dal dissesto e per anomalie locali non sarà stimata

capace di offrire efficace contrasto all'azione localizzata delle teste, dovranno essere adottate tutte le precauzioni ritenute opportune dalla D.L.

Al piede del puntello sarà necessario creare una sede ampia capace di abbassare quanto più possibile i carichi unitari sul terreno al fine di rendere trascurabili le deformazioni.

Nei puntelli di legname verrà, quindi, disposta una platea costituita sia da travi di base che da correnti longitudinali e trasver- sali. In quelli di cemento armato verrà adottato un plinto disposto sulla muratura.

*Centine* – Lo scopo dell'armatura a centina è duplice: attuare un solido sostegno per i materiali fino al compimento dell'opera e fornire l'esatta forma circolare che l'elemento in costruzione dovrà assumere. L'appaltatore, quindi, dovrà provvedere a costruire l'armatura per la realizzazione di un apparecchio murario curvo (arco, volta o cupola) provvedendo a realiz- zare sia una parte (centina) che, sufficientemente solida, resisterà al peso dei materiali durante l'esecuzione dell'opera, sia un'altra parte (manto o dossale) che, presentando una superficie identica a quella dell'intradosso della struttura in costruzione, sarà adatta a dare la forma più idonea allo specifico oggetto da realizzare.

In relazione alla natura dell'elemento in costruzione, alla sua forma, al sistema adottato per la centinatura, alla corda dell'arco o della volta, e conformemente a quanto richiesto dagli elaborati di progetto o stabilito dalla direzione dei lavori, l'appaltatore dovrà predisporre le armature conformemente ad uno o più dei seguenti sistemi:

d1. *centine fisse* – l'armatura verrà posizionata sopra dei punti di appoggio collocati nell'intervallo delle spalle o piedritti.

d2. *centine a sbalzo* – l'armatura verrà posizionata esclusivamente alle imposte sulla muratura dei piedritti; in questo caso le centine potranno essere rigide (quando esistono delle catene o dei tiranti orizzontali) o flessibili (in assenza di catene e di tiranti).

d3. *centine miste* – nelle quali l'armatura sarà sostenuta alle imposte ma presenterà anche la possibilità di avere altri sostegni da posizionare nell'intervallo fra i piedritti.

d4. *centine scorrevoli o girevoli* – l'armatura sarà costruita in maniera tale che essa potrà essere facilmente traslata lungo il corso della realizzazione di una volta o ruotata nel caso delle cupole.

L'appaltatore realizzerà le centine, conformemente alle prescrizioni del progetto ed alle indicazioni della D.L. Ove l'approvvigionamento delle malte dovesse essere effettuato ricorrendo a prodotti confezionati in sacchi o in fusti, questi oltre ad essere perfettamente sigillati dovranno avere la chiara indicazione relativa al produttore, al peso, alla classe di apparte- nenza, allo stabilimento di produzione, alla quantità d'acqua occorrente per il confezionamento, alle modalità di confeziona- mento e alle resistenze minime dopo i 28 giorni di stagionatura.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

L'appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire od a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli Istituti autorizzati, tutte le prove prescritte dal presente disciplinare o dalla direzione dei lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti realizzati in opera e sulle forniture in generale. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme regolamentari e conformemente a quanto prescritto dalle

norme UNI vigenti, anche nel caso che le modalità di prova, controllo e collaudo non siano specificamente richiamate nel presente disciplinare, verrà effettuato in contraddittorio con l'impresa sulla base della redazione del verbale di prelievo.

**Art.34 – Malte e conglomerati**

I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte e dei conglomerati, secondo le particolari in- dicazioni che potranno essere imposte dalla direzione dei lavori o stabilite nell'elenco prezzi, dovranno corrispondere le seguenti proporzioni:
calcolando ed utilizzando di volta in volta i materiali più idonei per lo specifico utilizzo (legname, metallo, muratura ecc.).
Tutte le riparazioni o le ricostruzioni che si dovessero rendere necessarie per l'imperfetta o errata realizzazione delle centine, in seguito anche all'inosservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'appaltatore.
MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
Il Direttore dei Lavori provvederà a verificare la rispondenza delle opera provvisionali alle vigenti normative, controllando le certificazioni (ove richieste) ed i calcoli, verificherà infine le quote dei piani di posa rispetto al piani previsti in progetto e le quote orizzontali rispetto ai picchetti predisposti.

**Art.35 – Malte - Qualità e composizione**

*Generalità* – Le malte, per quanto possibile, devono essere confezionate con materiali analoghi a quelli utilizzati durante la costruzione dell'edificio oggetto del restauro. In ogni modo, la composizione delle malte, l'uso specifico di ognuna di esse nelle varie fasi dei lavori, l'eventuale integrazione con additivi, resine o con altri prodotti di sintesi chimica, ecc., saranno specificati dalla D.L. dietro autorizzazione degli organi preposti alla tutela dell'edificio in oggetto.
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. L'impasto delle malte, effettuato con appositi mezzi meccanici o, manualmente, 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 preferibilmente sia a peso che a volume.
La calce spenta in pasta dovrà essere accuratamente rimescolata in modo che la sua misurazione, a mezzo di cassa parallelepipeda, riesca semplice e di sicura esattezza.
Gli impasti dovranno essere preparati nella quantità necessaria per l'impiego immediato e, per quanto possibile, in prossimità del lavoro. I residui d'impasto che non avessero per qualsiasi ragione immediato impiego, dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli

formati con calce comune che, il giorno stesso della loro miscelazione, potranno essere riutilizzati.
I componenti di tutti i tipi di malte dovranno essere mescolati a secco.
Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nel decreto ministeriale 3 giugno 1968. I tipi di malta e le loro classi sono definite in rapporto alla composizione in volume nel seguente modo (D.M. 9 gen- naio 1987):

- malta idraulica (classe M4) – Composizione: calce idraulica. (1); sabbia (3)
- malta pozzolanica (classe M4) – Composizione: calce aerea (1); pozzolana (1)
- malta bastarda (classe M4) – Composizione: cemento (1); calce idraulica. (1); sabbia (5)
- malta bastarda (classe M3) – Composizione: cemento (1); calce idraulica. (1); sabbia (5); pozzolana (1)

Malta comune: Calce spenta in pasta mc 0,26 – 0,40 Sabbia mc 0,85 – 1,00
Malta comune per intonaco rustico (rinzaffo): Calce spenta in pasta mc 0,20 – 0,40 ;Sabbia mc 0,90 – 1,00
Malta comune per intonaco civile (stabilitura): Calce spenta in pasta mc 0,35 – 0,45 Sabbia vagliata mc 0,800 Malta grassa di pozzolana: Calce spenta in pasta mc 0,22 Pozzolana grezza mc 1,10
Malta mezzana di pozzolana: Calce spenta in pasta mc 0,25 Pozzolana vagliata mc 1,10
Malta fina di pozzolana: Calce spenta in pasta mc 0,28 Pozzolana vagliata mc 1,05
Malta idraulica: Calce idraulica q.li 3-5 Sabbia mc 0,90
Malta cementizia forte: Cemento idraulico normale q.li 3-6; Sabbia mc 1,00
Malta cementizia debole: Agglomerato cementizio a lenta presa q.li 2,5-4 Sabbia mc 1,00
Malta cementizia per intonaci: Agglomerato cementizio a lenta presa q.li 6,00 Sabbia mc 1,00
Malta per stucchi: Calce spenta in pasta mc 0,45 Polvere di marmo mc 0,90
Calcestruzzo idraulico di pozzolana: Calce comune mc 0,15 Pozzolana mc 0,4 Pietrisco o ghiaia mc 0,80
Calcestruzzo in malta idraulica: Calce idraulica q.li 1,5-3 Sabbia mc 0,40 Pietrisco o ghiaia mc. 0,80
Conglomerato cementizio per muri, fondazioni, sotto- fondi, ecc.:
Cemento q.li 1,5-2,5
Sabbia mc 0,40 Pietrisco o ghiaia mc 0,80
Conglomerato cementizio per strutture sottili: Cemento q.li 3-3,5 Sabbia mc 0,40 Pietrisco o ghiaia mc 0,80
Malta cementizia (classe M2) – Composizione: cemento (1); calce idraulica. (0,5); sabbia (4)
malta cementizia (classe M1) – Composizione: cemento (1); sabbia (3).
Alla malta cementizia si può aggiungere una piccola quantità di calce aerea con funzione plastificante. Malte di diverse pro- porzioni nella composizione confezionata anche con additivi, preventivamente sperimentata, possono essere ritenute equiva- lenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media e compressione risulti non inferiore ai valori seguenti:

- 12 N/mmq (120 Hgf/cmq) per l'equivalenza alla malta M1
- 8 N/mmq (80 Hgf/cmq) per l'equivalenza alla malta M2
- 5 N/mmq (50 Hgf/cmq) per l'equivalenza alla malta M3

Quando la direzione dei lavori 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 direzione, 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, impiegandola 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 nella collegio 5.11.1971 n. 1086.
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 di 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.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

L'appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire od a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli istituti autorizzati, tutte le prove scritte dal presente disciplinare o dalla dire- zione dei lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti realizzati in opera e sulle forniture in generale. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme regolamentari e conformemente a quanto prescritto dalle norme UNI vi- genti, anche nel caso che le modalità di prova, controllo e collaudo non siano specificamente richiamate nel presente disciplinare, verrà effettuato in contraddittorio con l'impresa sulla base della redazione del verbale di prelievo.

**Art.36 – Malte additivate**

Per tali s'intendono quelle malte alle quali vengono aggiunti, in piccole quantità, degli agenti chimici che hanno la proprietà di migliorare le caratteristiche meccaniche. L'impiego degli additivi di cui all'art. "Additivi" del presente disciplinare dovrà essere autorizzato dalla D.L. in relazione alle necessità ed alle esigenze della messa in opera, della stagionatura, della curabilità, ecc. Dovranno essere conformi alle norme UNI relative alla loro classe di appartenenza. Per speciali esigenze di impermea- bilità del calcestruzzo, o per la messa in opera in ambienti particolarmente aggressivi, potrà essere ordinato dalla D.L. l'impiego di additivi reoplastici.

*Malte additivate con agenti antiritiro e riduttori d'acqua* – Trattasi di malte additavate con agenti chimici capaci di ridurre il quantitativo d'acqua normalmente occorrente per il confezionamento di un impasto facilmente lavorabile, la cui minore disi- dratazione ed il conseguente ritiro, permettono di evitare le pericolose screpolature che, spesso, favoriscono l'assorbimento de- gli agenti inquinanti. I riduttori d'acqua che generalmente sono dei polimeri in dispersione acquosa composti da finissime par- ticelle altamente stabili agli alcali modificate mediante l'azione di specifiche sostanze stabilizzatrici (sostanze tensioattive e regolatori di presa). Il tipo e la quantità dei riduttori saranno stabiliti dalla D.L. In ogni caso essi dovranno assicurare le se- guenti caratteristiche:

- basso rapporto acqua cemento
- proprietà meccaniche conformi alla specifica applicazione
- elevata flessibilità e plasticità della malta
- basse tensioni di ritiro
- ottima resistenza all'usura
- elevata lavorabilità
- ottima adesione ai supporti
- elevata resistenza agli agenti inquinanti.

La quantità di additivo da aggiungere agli impasti sarà calcolata considerando ove occorre anche 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 quantità ottimale che varierà in relazione al particolare tipo d'applicazione potrà oscillare, in genere, dal 5 ai 10% in peso sul quantitativo di cemento. Per il confezionamento di miscele cemento/additivo o cemento/inerti/additivo si dovrà eseguire un lavoro d'impasto opportunamente prolungato facendo ricorso, preferibilmente, a mezzi meccanici come betoniere e mescolatori elicoidali per trapano. Una volta pronta, la malta verrà immediatamente utilizzata e sarà vietato rinvenirla con altra acqua al fine di riutilizzarla in tempi successivi.

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 imprimitura un'identica miscela di acqua, additivo e cemento molto più fluida.

Le malte modificate con riduttori di acqua, poiché induriscono lentamente, dovranno essere protette

da una rapida disidrata- zione (stagionatura umida).

*Malte espansive* – Si tratta di malte in cui l'additivo provoca un aumento di volume dell'impasto. Questi prodotti dovranno essere utilizzati in tutte quelle lavorazioni che prevedono incollaggi o iniezioni di malte fluide: sottofondazioni e sottomura- zioni, volte e cupole, coperture, rifacimenti di strutture e consolidamenti. La malta dovrà essere preparata mescolando in beto- niera una miscela secca di legante, inerte ed agenti espansivi in polvere nella quantità media, salvo diverse prescrizioni della D.L., di circa 10-40 kg/mc di malta; solo successivamente si potrà aggiungere il quantitativo misurato d'acqua. Nei casi in cui l'agente espansivo dovesse essere il tipo liquido, esso sarà aggiunto alla miscela secca inerti/legante solo dopo una prolungata miscelazione in acqua. L'appaltatore sarà tenuto a provvedere alla miscelazione in acqua dei quantitativi occorrenti di additivo dentro un recipiente tenuto a disposizione della D.L. per eventuali controlli e campionature di prodotto. Sebbene gli agenti espansivi siano compatibili con un gran numero di additivi, tuttavia sarà sempre opportuno:

- mescolare gli additivi di una sola ditta produttrice
- ricorrere alla consulenza tecnica del produttore
- richiedere l'autorizzazione della D.L.

La stagionatura delle miscele espansive si otterrà mantenendo le malte in ambiente umido.

*Malte confezionate con riempitivi a base di fibre sintetiche o metalliche* – Dietro specifica prescrizione progettuale o su ri- chiesta della D.L. potrà essere richiesto l'utilizzo di particolari riempitivi che hanno la funzione di plasmare e modificare le caratteristiche degli impasti mediante la tessitura all'interno delle malte indurite di una maglia tridimensionale.

Si tratta di fibre in metallo o in polipropilene a forma di treccia a struttura reticolare che, durante la miscelazione degli impa- sti, si aprono distribuendosi uniformemente.

Le fibre dovranno essere costituite da materiali particolarmente tenaci caratterizzati da una resistenza a trazione di circa 400 N/mmq, da un allungamento a rottura intorno al 13% e da un modulo d'elasticità di circa 500.000 N/cmq. Le fibre formeranno all'interno delle malte uno scheletro a distribuzione omogenea che ripartirà e ridurrà le tensioni dovute al ritiro. Se impiegate per il confezionamento di calcestruzzi, le proprietà delle fibre in polipropilene dovranno essere le seguenti: inerzia chimica che le rende adatte (in quanto non reagiscono con altri additivi chimici) ad essere utilizzate sia in ambienti acidi che alcalini; as- senza di corrosione o deterioramento; atossicità; capacità di non alterare la lavorabilità delle malte.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

L'appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire od a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli istituti autorizzati, tutte le prove scritte dal presente disciplinare o dalla dire- zione dei lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti realizzati in opera e sulle forniture in generale. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme regolamentari e conformemente a quanto prescritto dalle norme UNI vi- genti, anche nel caso che le modalità di prova, controllo e collaudo non siano specificamente richiamate nel presente disciplinare. Il prelievo verrà effettuato in contraddittorio con l'impresa sulla base della redazione del verbale di prelievo

**Art.37 – Malte preconfezionate**

Trattasi di malte a dosaggio controllato studiate per il superamento dei limiti presentati dalla dosatura manuale delle malte additivate in quanto queste ultime non garantiscono il controllo della percentuale d'espansione che potrebbe risultare eccessiva in rapporto all'elevato degrado delle murature o delle strutture per la difficoltà di:

- dosare la quantità ottimale di additivo/cemento e cemento/inerti
- dosare gli additivi ad effetti differenziati
- controllare la granulometria.

Queste malte dovranno essere del tipo confezionato con controllo automatico ed elettronico in modo che nella miscelazione le sabbie quarzo sferoidali (Silice = 99% – durezza Mohs = 8) siano selezionate in relazione ad una curva granulometrica otti- male e i cementi ad alta resistenza e gli additivi chimici rigorosamente dosati. Gli additivi che garantiranno l'adesione ai sub- strati, l'inerzia chimica e le notevoli risposte alle sollecitazioni, verranno attivati dall'esatta miscelazione con quantitativi pre- stabiliti d'acqua. Variando il quantitativo d'acqua da 3 a 6 lt per ogni sacco di malta, si otterrà un impasto a consistenza più o meno fluida.

L'appaltatore sarà tenuto, nel corso delle operazioni di preparazione delle malte, a prelevare, in presenza ed a richiesta della D.L., dei campioni rappresentativi dei vari tipi di malte preconfezionate che impiegherà nel corso dei lavori al fine di produrre le pattuite prove ed analisi da effettuare durante il corso dei lavori o al collaudo.

Gli agenti espansivi dovranno assicurare in relazione al particolare settore di utilizzo, un'espansione da 0, 04 a 0, 12%, uno spandimento di circa il 150%, un'aderenza su calcestruzzo o acciaio rispettivamente intorno ai valori di 3-3,5 MPa e 20-30 MPa a 28 giorni di stagionatura. Le malte preconfezionate potranno essere usate per ancoraggi, rappezzi, impermeabilizzazioni, getti in fondazione ed, in genere, per tutti quei lavori prescritti dal contratto o richiesti dalla D.L.

Per la preparazione delle malte saranno necessari, oltre i normali attrezzi di lavoro, dei recipienti dalla capacità adatta a con- tenere i quantitativi di prodotto lavorabili (30-60 minuti per la presa) ed appositi miscelatori elicoidali o piccole betoniere.

L'appaltatore dovrà attenersi alle istruzioni per l'uso 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.

In presenza di temperature elevate, di forte umidità ambientale e di gelate, fattori che potrebbero influenzare i tempi di lavo- rabilità della malta, l'appaltatore, dietro specifica autorizzazione della D.L., potrà variare sensibilmente i quantitativi d'acqua occorrente oppure utilizzare acqua calda o fredda.

L'impiego di malte premiscelate pronte per l'uso è consentito purché ogni fornitura sia accompagnata da una dichiarazione del fornitore attestante il gruppo della malta, il tipo e la quantità dei leganti e degli altri eventuali additivi.

Ove il tipo di malta non rientri tra quelli prima indicati (art. "Malte additivate") il fornitore dovrà

certificare con prove uffi- ciali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa (D.M. 9 gennaio 1987).

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

L'appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire od a far eseguire presso il laboratorio di cantiere,

presso gli stabilimenti di produzione o presso gli Istituti autorizzati, tutte le prove scritte dal presente disciplinare o dalla dire- zione dei lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti realizzati in opera e sulle forniture in generale. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme regolamentari e conformemente a quanto prescritto dalle norme UNI vi- genti, anche nel caso che le modalità di prova, controllo e collaudo non siano specificamente richiamate nel presente discipli- nare, verrà effettuato in contraddittorio con l'impresa sulla base della redazione del verbale di prelievo.

**Art.38 – Conglomerati di resina sintetica**

Dovranno essere confezionati miscelando con i relativi indurimenti resine sintetiche, sabbie di quarzo di varia granulometria ed agenti tixotropizzanti. I conglomerati di resina sintetica, una volta induriti, dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

- notevoli proprietà di adesione
- elevate resistenze sia meccaniche che chimiche
- rapido sviluppo delle proprietà meccaniche.

Essendo numerose le possibilità di applicazione, occorrerà variare la fluidità, conformemente alle prescrizioni di progetto, in funzione della natura dei materiali, della loro porosità e delle finalità della lavorazione. I conglomerati dovranno in ogni modo assicurare:

- ottima capacità d'indurimento anche a basse temperature
- sufficiente adesione anche in presenza di umidità
- assorbimento capillare e, quindi, ottima saturazione delle superfici di contatto
- tempi di lavorabilità sufficienti anche in periodo estivo.

Per la preparazione dei conglomerati sintetici si dovranno utilizzare apposite betoniere o mescolatrici da 10-25 kg da impie- gare esclusivamente per le resine. Per i formulati a due componenti sarà necessario calcolare con precisione il quantitativo di resina e d'indurente attenendosi, con la massima cura ed attenzione, ai bollettini tecnici dei produttori e considerando che, in genere, il rapporto resina/indurente consigliato tollera un'approssimazione del 5-10% pena l'irrimediabile decadimento sia del- le caratteristiche meccaniche che di quelle di resistenza chimica. Resta tassativamente vietato regolare il tempo d'indurimento aumentando o diminuendo la quantità d'indurente in quanto l'appaltatore dovrà attenersi alle prescrizioni del produttore.

L'applicazione dei conglomerati sintetici, poiché sia la temperatura che il tasso di umidità influenzano negativamente la rea- zione fra la resina e l'indurente e quindi la qualità dell'intervento, dovrà essere eseguita quando le condizioni atmosferiche lo consentano. I risultati migliori si otterranno lavorando con temperature non inferiori ai 15°C e con umidità reattiva del 50-60%.

Temperature più basse o forte umidità potrebbero provocare, impiegando alcuni tipi d'indurente, tempi di presa più lunghi ed un indurimento irregolare e difettoso.
Le superfici su cui saranno applicati i conglomerati di resina dovranno essere opportunamente predisposte secondo quanto prescritto dal produttore. Le fessure dovranno essere allargate con traccia a V, spolverate e trattate con una miscela fluida priva di cariche.
I ferri e i metalli, spesso unti e corrosi dalla ruggine, dovranno essere accuratamente puliti con i metodi ed i materiali pre- scritti dalla D.L. In generale, l'appaltatore sarà tenuto, rispettando le precauzioni consigliate dal produttore, a fornire agli ope- rai gli indumenti adatti (guanti, visiere, ecc.) onde evitare non solo ogni contatto con la pelle e con gli occhi ma, anche, le esa- lazioni della miscela o dei singoli componenti.
Sarà, quindi, obbligato a far preparare e maneggiare il composto all'aperto o in luoghi ventilati e a fare osservare le norme di sicurezza.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

L'appaltatore è obbligato a prestarsi, in qualsiasi momento, ad eseguire od a far eseguire presso il laboratorio di cantiere, presso gli stabilimenti di produzione o presso gli istituti autorizzati, tutte le prove scritte dal presente disciplinare o dalla dire- zione dei lavori, sui materiali impiegati o da impiegarsi, nonché sui manufatti realizzati in opera e sulle forniture in generale. Il prelievo dei campioni, da eseguire secondo le norme regolamentari e conformemente a quanto prescritto dalle norme UNI vi- genti, anche nel caso che le modalità di prova, controllo e collaudo non siano specificamente richiamate nel presente discipli- nare, verrà effettuato in contraddittorio con l'impresa sulla base della redazione del verbale di prelievo.

**Art.39 – Consolidamento delle strutture fondali – Generalità**

*Operazioni preliminari* – L'appaltatore, prima di dare inizio ai lavori, dovrà accertare la consistenza delle strutture di fonda- zione e la natura del terreno su cui esse gravano. Dovrà, quindi, salvo diverse disposizioni della D.L., eseguire scavi verticali a pozzo a ridosso dei muri che abbiano dimensioni tali (almeno 1,20-1,50 m) da consentire lo scavo a mano e l'estrazione del materiale di risulta. Se il manufatto si presenterà fatiscente, sarà necessario, prima d'intervenire con l'apertura di varchi, pro- cedere ad un preconsolidamento mediante iniezione di cemento o parziali ricostruzioni a cuci e scuci; il tutto previa autorizza- zione della D.L. e dopo accurata analisi dei carichi.
Gli scavi dovranno essere eseguiti fino al piano di posa della fondazione e, in relazione alla natura del terreno ed alla profon- dità raggiunta, dovranno essere sbatacchiati secondo le modalità stabilite dalla D.L. Lo scavo, così eseguito, dovrà rendere possibile l'analisi delle caratteristiche costruttive, il rilievo delle dimensioni, lo stato di conservazione delle fondazioni e la na- tura dello strato superficiale del terreno su cui esse gravano.
Sarà, sempre, opportuno eseguire saggi nel terreno mediante trivellazione e carotaggi fino ad una profondità che dovrà essere rapportata al carico ed alla larghezza delle fondazioni onde accertare se il cedimento sia causato dalla resistenza a compressio- ne dello strato superficiale o dalla

consistenza degli strati sottostanti o dal regime idraulico del terreno o dalle erosioni oppure, ancora, da altre cause.

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 in- dagini geotecniche" redatte dall'Associazione Geotecnica Italiana (A.G.I. 1977).

*Sondaggi meccanici e prelievo dei campioni* – Saranno eseguite al fine di 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 saranno da utilizzare preferibilmente i sondaggi a sola rotazione con carotaggio continuo. Una volta eseguite le perforazioni l'appaltatore dovrà eseguire il prelievo di campioni indisturbati e rappresentativi dei diversi strati di terreno, in modo che que- sti forniscano un'accurata descrizione dei terreni. Gli stessi fori potranno essere utilizzati per l'esecuzione delle indagini geo- tecniche e geofisiche, nonché per l'installazione di strumentazioni geotecniche atte a controllare il comportamento deformativo dei terreni di fondazione e le eventuali variazioni dei livelli di falda.

*Indagini geotecniche e geofisiche* – Saranno eseguite al fine di consentire 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 dei sondaggio saranno, quindi, utili per effettuare le prove in situ al fine di caratterizzare il terreno nello stato in cui si trova in natura.

Su dei campioni indisturbati prelevati nel corso dei sondaggi si possono eseguire prove di laboratorio da definirsi in relazio- ne alla natura dei terreni e al problema geotecnico da affrontare.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

I lavori in fondazione saranno sottoposti, qualsiasi sia la loro natura, a prove di carico statico secondo la normativa stabilita dal D.M. 11 marzo 1988.

Oltre alle prove di resistenza dei calcestruzzi e degli acciai previste dalle vigenti norme, la direzione dei lavori potrà richie- dere prove non distruttive con metodi sonici in modo da individuare gli eventuali difetti e controllare la continuità dei getti.

Nel corso dei lavori relativi allo scavo per la realizzazione delle sottofondazioni, il direttore dei lavori potrà stabilire i punti in cui eseguire prelievi delle formazioni geologiche in esso riscontrabili; i prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi agli scavi.

a) *Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla riparazione delle strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva la- vorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni forni- tura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di

controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzio- ne dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso labora- tori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i prodotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

b) *Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla dire- zione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accerta- re che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

c) *Prove di carico e collaudo statico*

In seguito alla realizzazione dell'opera, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita pre- liminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buo- ne regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle struttu- re, operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

**Art.40– Consolidamento mediante sottofondazioni**

I lavori di sottofondazione non dovranno turbare la stabilità del sistema murario da consolidare né quella degli edifici adia- centi. L'appaltatore dovrà, quindi, adottare tutti gli accorgimenti e le precauzioni necessarie al raggiungimento di tale fine.

Una volta eseguite le puntellature delle strutture in elevazione ed individuati i cantieri di lavoro, s'inizieranno gli scavi ese- guendoli da entrambi i lati del muro se esso è di grosso spessore (> m 1,50) o da un solo lato, se lo spessore è normale; gli sca- vi, larghi tanto quanto sarà necessario per una buona esecuzione della sottomurazione, dovranno essere effettuati fino alla quo- ta del piano di posa della vecchia fondazione, sbatacchiando le pareti man mano che aumenterà la profondità.

Si procederà, una volta raggiunta col primo settore la quota d'imposta della vecchia fondazione, alla suddivisione in sottoscavi (di larghezza variabile in relazione alle caratteristiche della muratura e del terreno) e, infine, si eseguirà, solo dopo aver rimosso la terra dello scavo anche sotto la fondazione, il getto di spianamento con magrone di calcestruzzo secondo quanto prescritto negli elaborati di progetto.

*Sottofondazioni in muratura di mattoni e malta di cemento* – Una volta predisposto lo scavo con le modalità sopraccennate, l'appaltatore farà costruire una muratura in mattoni e malta di cemento dello spessore prescritto negli elaborati di progetto, la- sciando 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 gg.), provvederà a sostituire con cunei più grossi atti a compensare l'abbassamento della nuova muratura.
Ad abbassamento avvenuto (quarto 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 sopraccennate, l'appaltatore po- sizionerà 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. Dovrà, quindi, provvedere all'inserimento forzato, nella parte vuota, di cunei in legno duro e, dopo 3-4 giorni, alla loro sostituzione con cunei più grossi onde compensare l'assestamento della nuova muratura. 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 ambedue i lati del tratto di muratura interessata fino a raggiungere il piano di posa della fondazione. Una volta ri- mossa 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 cm pari all'altezza del cordolo 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.
*Diaframmi continui* – L'appaltatore dovrà realizzarli con pannelli di calcestruzzo semplice o armato gettati in opera, colle- gandoli ad incastro, al fine di realizzare pareti di sostegno di scarpate, di fondazioni, di opere varie, per difese e traverse fluvia- li, anche aventi funzione portante. Lo scavo sarà eseguito da appositi macchinari adoperando le cautele necessarie per evitare lo smottamento dello scavo, come per esempio l'impiego di fanghi bentonitici o di 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 ritenuti più opportuni dalla D.L.
*Tiranti di ancoraggio* – Saranno costituiti da tiranti orizzontali o inclinati, atti a collegare strutture in calcestruzzo con il ter- reno resistente a monte, allo scopo di assorbire le spinte del terreno incoerente fra essi interposto. Per i tiranti l'appaltatore im- piegherà acciaio in fili, trecce, trefoli ecc., inserendoli in perforazioni, con diametro di mm 100-135, lunghezza di circa m 25, eseguite tramite

sonde a rotazione; l'appaltatore provvederà al loro eventuale rivestimento, ancorandole sia a speciali piastre di ripartizione sul calcestruzzo che a dei bulbi con le misure di progetto. La lavorazione si concluderà provvedendo al tensiona- mento dei tiranti subito dopo un periodo di 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. Si applicheranno le norme del D.M. 27 luglio 1985 e del D.M. 11 marzo.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

I lavori in fondazione saranno sottoposti, qualsiasi sia la loro natura a prove di carico statico secondo la normativa stabilita dal D.M. 11 marzo 1988.

Oltre alle prove di resistenza dei calcestruzzi e degli acciai previste dalle vigenti norme, la direzione dei lavori potrà richie- dere prove non distruttive con metodi sonici in modo da individuare gli eventuali difetti e controllare la continuità dei getti.

Nel corso dei lavori relativi allo scavo per la realizzazione delle sottofondazioni, il direttore dei lavori potrà stabilire i punti in cui eseguire prelievi delle formazioni geologiche in esso riscontrabili; i prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi agli scavi.

Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa ri- ferimento a quanto prescritto dall'art. "Consolidamento delle strutture fondali – Generalità".

**Art.41– Costruzione di murature – Generalità**

La costruzione delle murature, siano esse formate da elementi resistenti naturali o artificiali, dovrà essere eseguita conformemente a quanto stabilito dal D.M. 9 gennaio 1987 (norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per 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 capochiave 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, cessi, 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, ferriate, ringhiere,

davanzali, ecc. Quanto detto, in modo che non vi sia mai bisogno di scalpellare
le murature già eseguite.

Le costruzioni delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto

collegamento sia con le mu- rature 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, coi 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 mate- riale impiegato. I lavori in muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, debbono essere sospesi nei periodi di gelo, durante il quale 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 vengono adottati opportuni provvedimenti per difendere le murature dal gelo notturno. Le facce delle mura- ture in malta dovranno essere mantenute bagnate almeno per giorni 15 dalla loro ultimazione od anche più se sarà richiesto dal- la direzione dei lavori. Le canne, le gole da camino e simili, saranno intonacate a grana fine; quelle di discesa delle immondez- ze 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 po- steriormente.
Le imposte per le volte, gli archi, ecc. devono essere lasciate nelle murature sia con addentellati d'uso, sia col costruire l'originale delle volte e degli archi 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 aventi la natura e le dimensioni stabi- lite dagli elaborati di progetto in relazione alla luce dei vani, allo spessore del muro e al sovraccarico. Quando venga ordinato, sui muri delle costruzioni, nel punto di passaggio fra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra, sarà disteso uno strato im- permeabile; la muratura su di esso non potrà essere ripresa che dopo il suo indurimento.
A norma del D.M. 20 novembre 1987, lo spessore minimo dei muri, per realizzazione in zona sismica non può essere inferio- re ai valori di cui alla seguente tabella.

| TIPO DI MURATURA | SPESSORE MINIMO CM |
|---|---|
| a) muratura in elementi resistenti artificiali | 12 |
| b) muratura in elementi resistenti artificiali | 20 |
| c) muratura in elementi resistenti artificiali forati | 25 |
| d) muratura di pietra squadrata | 24 |
| e) muratura listata | 40 |
| f) muratura di pietra non squadrata | 50 |

Per gli edifici con non più di due piani fuori terra è ammesso l'uso di muratura listata con l'impiego di malta cementizia. La listatura deve essere realizzata mediante fasce di conglomerato semplice

o armato oppure tramite ricorsi orizzontali costituiti da almeno tre corsi in laterizio pieno, posti ad interasse non superiore a 1,6 m ed estesi a tutta la lunghezza e a tutto lo spessore del muro; gli spessori dei muri devono essere non inferiori a quelli indicati nella seguente tabella:

| SPESSORI DEI MURI IN PIETRAME LISTATO | | | |
|---|---|---|---|
| | **S** | **S** | **S** |
| Piano secondo | 4 | 4 | 5 |
| Piano primo | 4 | 4 | 6 |
| Piano cantinato | 5 | 5 | 8 |

Lo spessore delle murature non deve essere inferiore a 24 cm, al netto dell'intonaco; le murature debbono presentare in fon- dazione un aumento di spessore pari ad almeno 20 cm.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa ab- biano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

a) *Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova pres- so laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i pro- dotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

b) *Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla dire- zione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accerta- re che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e

che siano eseguite a perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

c) *Prove di carico e collaudo statico*

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

**Art.42 – Murature di mattoni**

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaro- li e mai per aspersione. Essi dovranno mettersi in opera con le connessioni alterate in corsi ben regolari e normali alla superfi- cie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta defluisca e riempia tutte le connessioni. La larghezza delle connessioni non dovrà essere maggiore di 8 né minore di 5 mm (tali spessori potranno variare in relazione della natura delle malte impiegate). I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare mag- giore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro. Le malte da impiegarsi per l'esecuzione di questa muratura dovranno esse- re passate al setaccio per evitare che i giunti fra mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato. Le murature di rive- stimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente ammorsate 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 connessioni orizzontali alternando con precisione i giunti verticali.

In questo genere di paramento le connessioni di faccia vista non dovranno avere grossezza maggiore di 5 mm e previa loro raschiatu- ra e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica e di cemento, diligentemente compresse e lisciate con apposito ferro, senza sbavature.

Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte dovranno essere costruite in modo che i mattoni siano sempre disposti in dire- zione normale alla curva dell'intradosso e le connessioni dei giunti non dovranno mai eccedere la larghezza di mm 5 all'intradosso e mm 10 all'estradosso.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa ab- biano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportuna- mente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utiliz- zati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono

compensati nei prezzi relativi alla costruzione.
Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa ri- ferimento a quanto prescritto dall'art. "Costruzione di murature – Generalità".

**Art.43 – Pareti di una testa ed un 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 ordinas- se, 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.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa ab- biano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.
Per quanto concerne il collaudo dei materiali, i controlli in corso di lavorazione e le prove di carico e collaudo statico si fa riferimento a quanto prescritto dall'art. "Costruzione di murature – Generalità".

**Art.44 – Tagli della muratura con seghe**

L'appaltatore utilizzerà questo sistema preferibilmente per il taglio di murature composte da filari orizzontali e 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, in funzione dei lavori da eseguire, può essere una piccola sega ma- nuale oppure, per opere più impegnative, può essere costituita da un'apposita impalcatura fissa o un carrello su quattro ruote da fare scorrere rispettivamente in senso verticale o orizzontale su palanche parallele fissate all'impalcatura o poggiate al suolo ed opportunamente livellate. La sega a motore regolabile sarà, ove non prescritto diversamente, del tipo a catena fra due pulegge dentate.
Nell'eseguire i lavori l'appaltatore utilizzerà tutte le cautele per la salvaguardia dell'opera previste nell'articolo del seguente disciplinare relativo alle demolizioni.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere, a cura e spese dell'appaltatore, un controllo al fine di accertare se i lavori di taglio siano stati eseguiti senza arrecare danno alcuno alle strutture adiacenti. A tal fine potrà eseguire approfondite indagini struttu- rali o potrà richiedere, nei casi più delicati, il concomitante monitoraggio delle strutture adiacenti

**Art.45 – Tagli della muratura con carotatric**i

In questo sistema il mezzo meccanico per il taglio è costituito da un carotiere ad asse orizzontale azionato da un motore elet- trico. Il carotiere deve operare in completa assenza di vibrazioni tramite moto rotativo uniforme in grado di perforare murature di qualsiasi spessore e natura.
Il sistema di taglio prevede la realizzazione di una serie di perforazioni consecutive ed adiacenti, aventi il diametro richiesto per lo specifico taglio. Le parti di muratura residua dovranno essere asportate con una seconda serie di perforazioni. Il numero delle perforazioni da eseguire è conseguente al loro diametro. Con diametro medio di mm 30-35 si faranno quindici perforazioni per un taglio di lunghezza di circa cm 40-45. Una volta eseguito il taglio meccanico della muratura andrà effettuata la pulizia del segmento con aria compressa.
MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
La direzione dei lavori potrà richiedere, a cura e spese dell'appaltatore, un controllo al fine di accertare se i lavori di taglio siano stati eseguiti senza arrecare danno alcuno alle strutture adiacenti. A tal fine potrà eseguire approfondite indagini strutturali o potrà richiedere, nei casi più delicati, il concomitante monitoraggio delle strutture adiacenti.

**Art.46– Restauro dei solai e delle coperture – Sostituzioni e collegamenti**

*Generalità* – Gli interventi di sostituzione riguarderanno l'intera struttura sia nel caso che non potesse essere consolidata in modo economicamente conveniente sia nel caso in cui dovesse risultare del tutto irrecuperabile. Si dovrà fare ricorso ad opere di sostituzione parziale solo quando alcune parti o elementi della struttura si presenteranno deteriorati a tal punto da non garan- tire la stabilità dell'intera struttura. Nel primo caso l'appaltatore avrà cura di procedere alla demolizione secondo le modalità e gli accorgimenti contenuti negli art. "Demolizioni e rimozioni" del presente disciplinare. 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 in legn*o – Quando il collegamento ai muri perimetrali dovrà realizzarsi mediante cordolo in cemento armato, l'appaltatore farà demolire tratti di muratura al fine di creare dei vani a sezione tronco/conica di altezza analoga a quella del cordolo in modo da consentire l'alloggiamento di parti in cemento armato sagomate a coda di rondine aventi 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 e dalle di- sposizioni di progetto. Se prescritto, si dovranno realizzare con il trapano dei fori nella muratura in cui inserire le barre d'ancoraggio del cordolo. Tali fori avranno

un'inclinazione rispetto al piano trasversale della muratura, inferiore ai 45 gradi. Essi saranno riempiti prima dell'inserimento degli ancoraggi con boiacca di cemento o resine secondo quanto stabilito dagli elaborati di progetto.
Quando il cordolo verrà realizzato per cantieri, la sua armatura sarà posta in opera per tratti e l'appaltatore dovrà eseguire getti più corti di almeno 30 cm rispetto alla lunghezza di ciascun vano della muratura in modo da consentire ai ferri dell'armatura che dovranno essere di lunghezza tale da poterli sovrapporre a quelli dei cantieri adiacenti, di essere piegati e in- seriti nel vano.
A getto eseguito, aperto il cantiere adiacente, i ferri dell'armatura verranno nuovamente stesi e collegati al tratto successivo. Infine, l'appaltatore farà ripristinare la muratura intorno alle teste dei travi, avendo cura di aerarle e/o trattarle secondo le pre- scrizioni della D.L.
Qualora non fosse prevista la realizzazione di cordoli, l'appaltatore dovrà eseguire nella muratura dei fori passanti, di forma tronco/conica, adatti al collegamento con i tiranti a coda di rondine. Questi ultimi, dovranno essere fissati ad un'estremità della trave mediante un'idonea chiodatura o bullonatura; l'altra estremità della trave sarà saldata ad una gabbia di tondini sagomati di forma tronco/conica che andrà alloggiata nel foro da riempire con la malta prescritta.
Se sarà richiesto dagli elaborati di progetto, il collegamento dovrà essere realizzato mediante tiranti a piastra, praticando un foro pas- sante in direzione della lunghezza della trave. L'appaltatore, quindi, dovrà ricavare nella muratura una sede di forma tronco/conica di dimensione tali da accogliere la piastra metallica che dovrà poggiare su una base perfettamente spianata, ottenuta con getto di malta cementizia.
Il tirante di acciaio dovrà avere la forma e le dimensioni prescritte dagli elaborati di progetto ed essere collegato ad un'estremità della trave per una lunghezza non inferiore agli 80 cm mediante un'idonea chiodatura o bullonatura; l'altro estre- mo dovrà terminare con una sezione piatta in cui verrà praticata un'asola di forma idonea a trattenere i cunei tenditori; questa estremità potrà essere filettata e collegata con un dado di acciaio.
*Strutture piane ad elementi metallici* – I collegamenti fra le travi ed i muri perimetrali potranno essere realizzati:

- murando direttamente ogni testa della trave, previa posa in opera di un'opportuna piastra di ripartizione. In questo caso, l'appaltatore dovrà saldare all'ala, nella parte che risulterà annegata nel conglomerato, degli spezzoni di tondini ripiegati ad uncino capaci di contrastare lo sfilamento della putrella. L'alloggiamento della trave da ricavare nella muratura, dovrà avere forma tronco/conica con la base maggiore rivolta verso l'esterno;
- realizzando (se il muro non potrà garantire la resistenza a carichi concentrati) un cordolo in 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 costruzione della puntellatura del solaio che dovrà essere forzata in modo da ridurre al minimo gli effetti del carico sulle travi esistenti.
*Struttura piana latero-cementizia* – Il collegamento con le murature perimetrali potrà essere realizzato mediante la forma- zione di un cordolo in cemento armato che l'appaltatore dovrà eseguire, in base alla consistenza dei muri ed alle prescrizioni di progetto, con il sistema dei cantieri

alternati oppure dovrà ricavare nella muratura; il cordolo dovrà essere ancorato a quest'ultima mediante elementi a coda di rondine o spezzoni di ferro piegati e murati. Gli elementi di un'eventuale struttura aggiuntiva dovranno essere messi in opera alla quota stabilita con le necessarie puntellature; inoltre, le armatura del cordolo con i relativi ancoraggi saranno inseriti nei vani appositamente ricavati e collegati con le teste delle travi. Se il cordolo verrà inserito solo parzialmente nello spessore della muratura, l'appaltatore dovrà predisporre la casseratura per la parte di cordolo che fuoriesce dal muro.
L'appaltatore dovrà raccogliere e fornire all'amministrazione tutti i disegni costruttivi e le schede tecniche dei prodotti im- piegati oltre alle prescrizioni attinenti la successiva manutenzione.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare se i materiali e le modalità di posa ab- biano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.
I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla costruzione.

a) *Collaudo dei materiali*

Quando i materiali destinati alla costruzione o alla riparazione di strutture provengono dagli stabilimenti di produzione per la successiva lavorazione o collocazione in cantiere, l'appaltatore ne darà comunicazione alla direzione dei lavori specificando, per ogni fornitura, la distinta dei pezzi, il relativo peso, la destinazione e la documentazione di accompagnamento con relativi attestati di controllo e la dichiarazione che il prodotto è costruito nel rispetto delle norme vigenti (certificati di qualificazione). La direzione dei lavori avrà la facoltà, ogni volta che lo riterrà opportuno, di prelevare dei campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta al fine di verificarne la rispondenza alle norme di accettazione ed ai requisiti di progetto. Per i pro- dotti non qualificati la direzione dei lavori dovrà effettuare presso laboratori ufficiali tutte le prove meccaniche e chimiche in numero atto a fornire l'approfondita conoscenza delle proprietà di ogni lotto di fornitura. Tutti gli oneri relativi alle prove sono a carico dell'appaltatore.

b) *Controlli in corso di lavorazione*

L'appaltatore dovrà essere in grado di documentare la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti certificati di qualificazione, fornendone a richiesta della direzione dei lavori una copia. In ogni caso, alla dire- zione dei lavori sarà riservata la facoltà di eseguire nel corso delle lavorazioni tutti i controlli che riterrà opportuni per accerta- re che i materiali impiegati siano quelli certificati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che siano eseguite a

perfetta regola d'arte. Ogni volta che le strutture lavorate sono pronte per il collaudo, l'appaltatore informerà tempestivamente la direzione dei lavori che, entro 8 giorni, darà risposta fissando la data per il collaudo.

c) *Prove di carico e collaudo statico*

In seguito alla realizzazione dell'opera, prima di procedere ad eventuali opere di finitura, l'appaltatore sarà tenuto ad invitare la direzione dei lavori per un'accurata visita preliminare delle strutture al fine di accertare che queste siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte e a tutte le prescrizioni del contratto. Si procederà quindi alle prove di carico e al collaudo statico delle strutture; operazioni che verranno condotte conformemente alle vigenti leggi, a cura e spese dell'appaltatore.

**Art.47 – Consolidamento di travi e pilastri mediante rinforzo con elementi metallici**

Rafforzamento delle colonne, delle travi e dei setti in calcestruzzo armato mediante avvolgimenti metallici presollecitati, realizzati con nastri in acciaio ad alta resistenza inox (UNI-EN 10088-4), con dimensioni minime di: spessore 0.9 mm, larghezza di 19 mm La resistenza a rottura deve essere superiore a 1000 Mpa. In corrispondenza degli spigoli devono essere posti in opera, a diretto contatto con il calcestruzzo, angolari in lamiera piegata in acciaio UNI-EN10025 S275JR mandorlato zincati a caldo con raggio di almeno 8 mm, allettati con malta ad alta resistenza tipo MASTER EMACO S950, aventi ali di dimensioni minime 60x60 mm e spessore minimo 6 mm.Nel caso di pilastri, travi o setti con una dimensione nettamente prevalente sull'altra o con forma di sezione diversa dalla rettangolare, si può prevedere che il nastro attraversi la sezione per ottenere un efficace rafforzamento, attraverso forature trasversali nel calcestruzzo sfalsate lungo la verticale. In tal caso deve essere posi- zionata, a diretto contatto con la superficie, un'apposita piastra imbutita ripartitrice in acciaio UNI-EN10025 S235JR zincata a caldo, di dimensioni minime 125x125 mm e spessore minimo di 4 mm, allettata con malta ad alta resistenza tipo MASTER EMACO S950. Ogni singolo avvolgimento deve essere chiuso su se stesso e può essere costituito da uno o più nastri sovrap- posti. La chiusura dei singoli avvolgimenti deve essere effettuata per mezzo di apposita macchina, in grado di imprimere al na- stro una pretensione calibrata pari almeno al 30% della resistenza a rottura del nastro con sigillo. La resistenza della giunzione deve essere superiore al 65% della resistenza a rottura del nastro. I fori devono essere chiusi ad entrambe le estremità con schiuma poliuretanica, per una profondità minima di 10 cm, qualora la foratura interessi un paramento esterno. L'applicazione dell'intonaco di finitura deve essere preceduta da sbruffata con malta cementizia di protezione ed aggrappaggio tipo MASTER EMACO S950. Questa operazione NON è compresa nel prezzo di cui alla presente voce. Con esclusione di stonacatura e/o tracce nell'intonaco e successiva intonacatura di finitura da realizzarsi con malte cementizie prive di componenti aggressive per l'acciaio.

## CAPO V - OPERE VARIE

### Art.48 – 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 supporto e non dovrà verificarsi nelle connessioni dei diversi elementi a contatto la benché minima ineguaglianza.
I pavimenti si addenteranno per almeno 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 gg. dopo l'ultimazione di ciascun pavimen- to, 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, ove i pavimenti risultassero in tutto o in parte danneggiati per il passaggio abusivo di persone e 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 D.L. ha piena facoltà di provvedere al materiale di pavimentazione. L'appaltatore, se richiesto, ha l'obbligo di provvedere alla posa in opera al prezzo indicato nell'elenco ed eseguire il sottofondo giusto le disposizioni che saranno impartite dalla direzione stessa.
Per quanto concerne gli interventi da eseguire su manufatti di particolare valore storico-artistico, l'appaltatore dovrà evitare l'inserimento di nuovi elementi; se non potesse fare a meno d'impiegarli per aggiunte o parziali sostituzioni, essi sa- ranno realizzati con materiali e tecniche che ne attestino la modernità 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 d'individualità decorativa. Se si dovessero ricomporre sovrastrutture ornamentali andate in frammenti, l'appaltatore avrà l'obbligo di non integrare o ricomporle con inserimenti che potrebbero alterare l'originaria tecnica artistica figurativa; egli, quindi, non dovrà assolutamente fornire una ricostruzione analoga all'originale.

a) *Sottofondi* – Il piano destinato alla posa dei pavimenti, di qualsiasi tipo esse siano, dovrà opportunamente spianato mediante un sottofondo, in guisa che la superficie di posa risulti regolare e parallela a quella del pavimento da eseguire 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 es- sere 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 spiana- to di calce idraulica (camicia di calce) dello spessore 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 spesso- re, da gettare sopra un piano ben costipato e fortemente battuto, in maniera da evitare qualsiasi successivo cedimento.

b) *Pavimenti di laterizio* – Il pavimento in laterizi sia con mattoni di piatto che di costa, sia con pianelle, sarà formato di- stendendo sopra il massetto uno strato di malta grassa crivellata (art. "Malte qualità e composizione") sul quale i laterizi si disporranno a filari paralleli, a spina di pesce, in diagonale, ecc., comprimendoli affinché la malta rifluisca nei giunti. Le connessure devono essere allineate e stuccare con cemento e la loro larghezza non deve superare mm 3 per i mattoni e le pianelle non arrotate, e mm 2 per quelli arrotati.

c) *Pavimenti in mattonelle di cemento con o senza graniglia* – Tali pavimenti saranno posati sopra letto di malta cemen- tizia normale (art. "Malte e conglomerati"), disteso sopra il massetto; le mattonelle saranno premute finché la malta rifluisca dalle connessure. Le connessure debbono essere 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 arena- ria, a seconda del tipo, e quelli in graniglia saranno spalmati in un secondo tempo con una mano di cera, se richiesta.

d) *Pavimenti in mattonelle greificate* – Sul massetto in calcestruzzo di cemento, si distenderà uno strato di malta cementizia magra (art. "Malte e conglomerati") 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 direzione. Le mattonelle saranno quindi rimosse e ricollocate in opera con malta liquida di puro ce- mento, saranno premute in modo che la malta riempia e sbocchi dalle connessure 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 cera. Le mattonelle greificate, prima del loro impiego, dovranno essere bagnate a rifiuto per immersione.

e) *Pavimenti in mattonelle di ceramica* – Sul massetto in calcestruzzo di cemento, si distenderà uno strato di malta cementizia magra (art. "Malte e conglomerati") 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 direzione. Le mattonelle saranno quindi rimosse e ricollocate in opera con malta liquida di puformata dai giunti sia il più possibile omogenea e regolare.

Le mattonelle, prima del loro impiego, dovranno essere bagnate a rifiuto per immersione.

f) *Pavimenti in getto di cemento* – Sul massetto in conglomerato cementizio verrà disteso uno strato di malta cementizia grassa (art. "Malte e conglomerati"), 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.

g) *Pavimenti alla veneziana ed alla genovese* – Sul sottofondo previamente preparato in

conglomerato cementizio, sarà disteso uno strato di malta, composta, se non diversamente prescritto, da sabbia e cemento colorato misto a graniglia, nella quale verranno incorporate scaglie di marmo della granulometria prescritta ed eseguiti giunti con lamine di zinco od ottone, dello spessore di 1 mm, disposte a riquadri con lato non superiore a m 1 ed appoggiate sul sottofondo. Detto strato sarà battuto fino a rifiuto e rullato.

Per pavimenti a disegno di diverso colore, la gettata della malta colorata sarà effettuata adottando opportuni accorgimenti perché il disegno risulti ben delimitato con contorni netti e senza soluzioni di continuità. Quando il disegno deve essere ottenuto mediante cubetti di marmo, questi verranno disposti sul piano di posa prima di gettare la malta colorata di sui sopra. Le qualità dei colori dovranno essere adatte all'impasto, in modo da non provocarne la disgregazione; i marmi in sca- glie tra mm 10 e mm 25, dovranno essere gessosi e il più possibile duri (giallo, rosso e bianco di Verona verde, nero e rosso di Levanto; bianco, venato e bardiglio di Serravezza, ecc.). I cubetti di marmo di Carrara dovranno essere pressoché perfettamente cubici, di mm 15 circa di lato, con esclusione degli smezzati; le fasce e le controfasce di contorno, proporzionate all'ampiezza dell'ambiente. L'arrotatura sarà fatta a macchina, con mole di carborundum di grana grossa e fina, sino a vedere le scaglie nettamente rifinite dal cemento, ripulite poi con mole leggere, possibilmente a mano, e ultimate con due passate di olio di lino crudo, a distanza di qualche giorno, e con ulteriore mano di cera.

*h)* *Pavimenti a bollettonato ed alla Palladiana* – Sul sottofondo si distenderà uno strato di malta cementizia normale, per lo spessore minimo di cm 1,5, sul quale verranno posti a mano pezzami di marmo colorato di varie qualità, di dimensioni e forme allo scopo e precedentemente approvati dalla D.L. Essi saranno disposti in modo da ridurre al minimo gli interspazi di cemento. Su tale strato di pezzame di marmo, verrà gettata una boiacca di cemento colorato, distribuita bene ed abbon- dantemente sino a rigurgito, in modo che ciascun pezzo di marmo venga circondato da tutti i lati dalla malta stessa, il pa- vimento sarà poi rullato. Verrà eseguita una duplice arrotatura o macchina con mole di carborundum di grana grossa e fina ed eventualmente la lucidatura a piombo.

*i)* *Pavimenti a mosaico* – Su dei cartoni sezionati in pezzi da circa 60 cm perlato (casellati e numerati) riproducenti il di- segno (rovescio) si faranno aderire, con il collante prescritto (in genere farina di grano), le tesserine di mosaico ottenute da lastre di marmo (da 8 a 200 mm per lato); in seguito si disporranno i cartoni sul sottofondo (preparato con le modalità dei pavimenti a getto) con della carta in vista, accostandoli secondo la casellatura, in modo tale che, asportata la carta, si presenti il disegno al dritto. La posa verrà conclusa con la sigillatura, la pulizia e la lucidatura.

*l)* *Pavimenti in lastre di marmo, pavimenti lapidei a disegno e pavimenti lapidei ad intarsio* – Per la preparazione del sottofondo e la posa si useranno le stesse modalità stabilite per i pavimenti in mattonelle di cemento o le particolari prescrizioni contenute negli elaborati di progetto relative ad usanze locali.

*m)* *Pavimenti in legno ("parquet")* – Tali pavimenti dovranno essere eseguiti con legno, dell'essenza richiesta dagli elaborati di progetto, ben stagionato e profilato di tinta e grana uniforme. Le dogarelle delle dimensioni prescritte, unite a maschio e femmina, potranno essere, conformemente a quanto previsto negli elaborati di progetto:

- chiodate su un'orditura di listelli (megatelli) della sezione prescritta con interasse non superiore a cm 35; l'orditura dei listelli sarà a sua volta affogata nel sottofondo in modo che la loro faccia superiore risulti complanare con l'estradosso; la chiodatura fisserà la scanalatura delle tavolette ove esse vengono a sovrapporsi ai megatelli;
- chiodate su travetti di abete ancorati al sottofondo con i sistemi prescritti e distanziati fra di essi con l'interasse più idoneo alla dimensione del pavimento ligneo;
- chiodate su tavolato chiodato su una sottostante orditura e costituito da tavole di abete di almeno 25 mm di spessore;
- incollate su caldana di almeno cm 3 costituita da malta cementizia tirata a frattazzo fine e perfettamente asciutta;
- incollate su di uno strato isolante a base di teli o di pannelli a loro volta fissati al sottofondo con i sistemi prescritti;
- incollate su pavimento esistente previa perfetto sgrassaggio, pulizia ed irruvidimento dello stesso;

o sovrapposto su strato di sabbia perfettamente asciutta e livellata su cui andranno disposti dei fogli di cartonfeltro o di altro materiale; o sovrapposto su pavimento esistente previa disposizione di uno strato di carta.

La scelta del collante sarà orientata verso i prodotti di nota elasticità e durata. Lungo il perimetro degli ambienti dovrà collocarsi un coprifilo in legno alla unione tra pavimento e pareti. La posa in opera si effettuerà solo dopo il completo prosciugamento del sottofondo quando l'umidità relativa ambientale sarà inferiore al valore del 70% e dovrà essere eseguita a perfetta regola d'arte, senza discontinuità, gibbosità od altro. I pavimenti a parquet dovranno essere lavati e lucidati con doppia spalmatura di olio di lino cotto, cera o con gli altri sistemi prescritti dal progetto, da eseguirsi l'una a lavoro ultima- to, l'altra all'epoca che sarà fissata dalla D.L.

n) *Pavimenti d'asfalto* – Il sottofondo dei pavimenti in asfalto sarà formato con conglomerato cementizio dosato a 250 kg ed avrà lo spessore di cm 5. Su di esso sarà colato uno strato dell'altezza di cm 4 di pasta d'asfalto, risultante dalla fu- sione del mastice d'asfalto naturale e bitume, mescolati a ghiaietto o graniglia nelle proporzioni di 50 parti di asfalto, quat- tro di bitume e 46 di ghiaietto passata tra vagli di 5 e 10 mm. La ghiaietta sarà ben lavata, assolutamente pura ed asciutta. Nella fusione i componenti saranno ben mescolati perché l'asfalto non carbonizzi e l'impasto diventi omogeneo. L'asfalto sarà disteso a strati di cm 2 di spessore ognuno a giunti sfalsati. Sopra l'asfalto appena disteso, mentre è ben caldo, si spar- gerà della sabbia silicea di grana uniforme la quale verrà battuta e ben incorporata nello strato asfaltico.

o) *Pavimenti in piastrelle resilienti. Posa in opera* – Speciale cura si dovrà adottare per la preparazione dei sottofondi, che potranno essere costituiti da impasti a base di cemento e sabbia, di gesso e sabbia o di specifici collanti consigliati dal produttore. La superficie superiore del sottofondo dovrà essere perfettamente piana e liscia, togliendo gli eventuali difetti con stuccatura a gesso. L'applicazione 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 vernici speciali. Quando la piastrella resiliente debba essere applicata sopra a vecchi

pavimenti, si dovranno anzitutto fissare gli elementi del vecchio pavimento che non siano fermi, indi si applicherà su di esso uno strato di gesso dello spessore dai 2 ai 4 mm

*Applicazione* – L'applicazione dovrà essere fatta da operai specializzati, con mastice di resina o con altre colle speciali. Il pavimento dovrà essere incollato su tutta la superficie e non dovrà presentare rigonfiamenti od altri difetti di sorta. La pulitura 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. Dovrà poi il pavimento essere asciugato passandovi sopra segatura asciutta e pulita, e quindi strofinato con stracci imbevuti con olio di lino cotto e, ove richiesto, con appositi mezzi meccanici.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitata- mente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

**Art.49 – Rivestimento 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 D.L. Particolare cura dovrà porsi nella posizione in sito degli elementi, in modo che questi a lavoro ultimato risultino perfettamente aderenti al retrostante intonaco. Pertanto, materiali porosi prima del loro impiego dovranno essere immersi nell'acqua fino a saturazione, e dopo avere abbondantemente innaffiato l'intonaco delle pareti, alle quali deve applicarsi il rivestimento, saranno allettati con malta cementizia normale, nella quantità necessaria e sufficiente.

Gli elementi del rivestimento dovranno perfettamente combaciare fra 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 ed 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.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati

ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

**Art.50 – Opere in marmo, pietre naturali ed artificiali**

Le opere in marmo, pietre naturali od 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 disciplinare o di quelle particolari impartite dalla D.L. all'atto dell'esecuzione. Tutti i materiali dovranno avere le caratteristiche esteriori (gra- na, coloritura e venatura) e quelle essenziali della specie prescelta, come indicato all'art. "Materiali naturali di cava". Prima di cominciare i lavori, qualora non si sia provveduto in merito avanti l'appalto da parte dell'amministrazione appaltan- te, 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 (rivestimenti, 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 prezzi, l'andamento della venatura, ecc., secondo i particolari disegni costruttivi che la stessa D.L. potrà fornire all'appaltatore all'atto dell'esecuzione, e quest'ultimo avrà l'obbligo di uniformarsi a tali norme, come ad ogni altra dispo- sizione circa la formazione di moda nature, scorniciature, gocciolatoi, ecc.

Per le opere di una certa importanza, la D.L. potrà prima che esse vengano iniziate, ordinare all'appaltatore la costruzio- ne 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 par- ticolare fornitura. Per tutte le opere infine è fatto obbligo all'appaltatore di rilevare e controllare, a propria cura e spese, la corrispondenza delle varie ordinate dalla D.L. alle strutture rustiche esistenti, e di segnalare tempestivamente a quest'ultima ogni divergenza od ostacolo, restando esso appaltatore in caso contrario unico responsabile della perfetta ri- spondenza 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.

a) *Marmi* – Le opere in marmo dovranno avere quella perfetta lavorazione che è richiesto 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 pomiciate. I marmi colorati dovranno presentare in tutti i pezzi le precise tinte e venature caratteri- stiche 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.

b) *Pietra da taglio* – La pietra da taglio da impiegare nelle costruzioni dovrà presentare la forma e le dimensioni di pro- getto, ed essere lavorata, secondo le prescrizioni che verranno impartite dalla direzione all'atto dell'esecuzione, nei se- guenti modi:

1) a grana grossa
2) a grana ordinaria
3) a grana mezza fina
4) a grana fina.

Per pietra da taglio a grana grossa, s'intenderà quella lavorata semplicemente con la grossa punta senza fare uso della martellina per lavorare le facce viste, né dello scalpello per ricavarne gli spigoli netti. Verrà considerata come pietra da ta- glio a grana ordinaria quella le cui facce viste saranno lavorate con la martellina a denti larghi. La pietra da taglio s'intenderà lavorata a grana mezza fina e a grana fina, se le facce predette saranno lavorate con la martellina a denti mez- zani 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 ec- cedano 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 obbligato di sostituirla immediatamente, anche se le scheggiature od ammanchi si verificassero dopo il momento della posa in opera, e ciò fino al collaudo.

c) *Pietre artificiali* – La pietra artificiale, ad imitazione della naturale, sarà costituita da conglomerato cementizio, for- mato con cementi adatti, sabbia silicea, ghiaietto 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. di 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 cm 2, 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 dimen- sioni esuberanti rispetto a quelle definite, in modo che queste ultime possano poi ricavarsi 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 ap- provato 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 se- guenti condizioni:

1 – inalterabilità agli agenti atmosferici

2 – resistenza alla rottura per schiacciamento superiore a kg 300 per cmq dopo 28 giorni

3 – le sostanze coloranti adoperate nella miscela non dovranno agire chimicamente sui cementi sia con azione immediata, che con azione lenta e differita; non conterranno quindi acidi, né anilina, né gesso; non daranno aumento di volume du- rante la presa né successiva sfioritura e saranno resistenti alla luce.

La pietra artificiale, da gettare sul posto come paramento di ossature grezze, sarà formato 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 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 quello della pietra preparata fuori d'opera, nel senso che saranno ugualmente ricavate dallo strato esterno a graniglia, mediante i soli utensili si scalpel- lino o marmista, vietandosi in modo assoluto ogni opera di stuccatura, riporti, ecc.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitatamente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

**Art.51 – Intonaci**

Gli intonaci in genere dovranno essere eseguiti in stagione opportuna, dopo avere rimossa dai giunti delle murature, la malta aderente, ripulita e 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 ne- gli 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 il fare tutte le riparazioni occorrenti. Ad opera finita l'intonaco dovrà avere uno spessore non inferiore ai 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 D.L. Particolarmente per ciascun tipo d'intonaco si prescrive quanto appresso.

a) *Intonaco grezzo o arricciatura* – Predisporre le fasce verticali, sotto regola di guida, in numero sufficiente, verrà applicato alle murature un primo strato di malta (con la composizione prescritta) 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 stuccando ogni fessura e togliendo ogni asprezza, sicché le pa- reti riescano per quanto possibile regolari.

b) *Intonaco comune o civile* – Appena l'intonaco grezzo avrà perso 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 on- deggiamenti e disposta a perfetto piano verticale o secondo le superfici degli intradossi.

c) *Intonaci colorat*i – 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 d'intonaco colorato, come sopra de- scritto, 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.

d) *Intonaco a stucco* – Sull'intonaco grezzo sarà sovrapposto uno strato alto almeno mm 4 di malta per stucchi della composizione prescritta, che verrà spianata con piccolo regolo e governata con la cazzuola così da avere pareti perfettamente piane nelle quali non sarà tollerata la minima imperfezione. Ove lo stucco debba colorarsi, nella malta verranno stemperati i colori prescelti dalla D.L.

e) *Intonaco a stucco lucido* – Verrà preparato con lo stesso procedimento dello stucco semplice; l'abbozzo deve essere con più diligenza apparecchiato, di uniforme grossezza e privo affatto 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, lisciandolo con pannolino.

f) *Intonaco di cemento liscio* – L'intonaco a cemento sarà fatto nella stessa guisa di quello di cui sopra alla lettera a) im- piegando per rinzaffo la malta cementizia normale di cui all'art. "Malte e conglomerati" e per gli strati successivi quella di cui allo stesso articolo, lettera l). L'ultimo strato dovrà essere tirato liscio col ferro e potrà essere ordinato anche colorato.

g) *Rivestimento in cemento o marmiglia martellinata* – Questo rivestimento sarà formato in conglomerato di cemento nel quale sarà sostituito al pietrisco la marmiglia delle qualità, delle dimensioni e del colore che saranno indicati. La super- ficie in vista sarà lavorata a bugne, a fasce, a riquadri, ecc. secondo i disegni e quindi martellinata, ad eccezione di quegli spigoli che la D.L. ordinasse di formare lisci o lavorati a scalpello piatto.

h) *Rabboccature* – Le rabboccature che occorressero su muri vecchi o comunque non eseguiti con la faccia vista in malta o sui muri a secco, saranno formate con la malta prescritta. Prima

dell'applicazione della malta, le connessure saranno di- ligentemente ripulite, fino a conveniente profondità, lavate con acqua abbondante e profilate con apposito ferro.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite specifiche prove in situ e, ove possibile prelievi limitata- mente distruttivi al fine di accertare se i materiali e le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto o dichiarate dal produttore.

Gli eventuali prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi e delle prove in situ verrà redatto un apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi alla lavorazione.

**Art.52 – 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 ed in conformità alle pre- scrizioni date dalla D.L. Tutte le giunzioni dei legnami debbono avere al 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 D.L. nelle facce di giunzione verranno interposte dalle lamine di piombo o di zinco, od an- che del cartone catramato, le diverse parti dei componenti un'opera in legname devono essere fra 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 apparecchiarne 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 accertati provvisoriamente dalla D.L.

Tutte le parti dei legnami che rimangono incassate nella muratura devono, prima della posa in opera, essere convenien- temente spalmati 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.53 – Opere in ferro – Norme generali e particolari**

Nei lavori in ferro, questo deve essere lavorato diligentemente con maestria, regolarità di forme e precisione di dimen- sioni, secondo i disegni che fornirà la D.L., con particolare attenzione nelle saldature e bolliture. I fori saranno tutti eseguiti col 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 com- pleta 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 su posto le misure esatte delle diverse opere in ferro, essendo egli responsabile de- gli inconvenienti che potessero verificarsi per l'omissione ditale controllo. In particolare si prescrive:

a) *inferriate, 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 con- nessure 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 inferriate 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 fis- sati ai ferri di orditura e saranno muniti di forti grappe ed arpioni, ben chiodati ai regoli di telaio, dimensioni e posizioni che verranno indicate.

b) *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 ap- paltante. Gli infissi potranno avere parte fissa od apribile, anche a vasistas, come sarà richiesto; le chiusure saranno esegui- te a recupero ad asta rigida, con corsa inversa ed avranno il fermo inferiore e superiore. Il sistema di chiusura potrà essere

a leva od 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 ben 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 do- vranno essere proporzionate alla robustezza dell'infisso stesso. Le porte a cui sono richieste alte prestazioni meccaniche (antieffrazione), acustiche, termiche o di tenuta al fuoco, dovranno essere collocate rispetteranno le istruzioni per la posa date dal fabbricante ed accettate dalla direzione dei lavori.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Nel corso dell'esecuzione dei lavori il direttore di lavori potrà verificare se i materiali impiegati e le tecniche di posa siano quelli prescritti. In particolare verificherà la realizzazione delle sigillature tra lastre di vetro e telai e tra i telai fissi ed i controtelai; l'esecuzione dei fissaggi per le lastre non intelaiate; il rispetto delle prescrizioni di progetto e le eventuali raccomandazioni del produttore.

Alla fine dei lavori direttore di lavori potrà eseguire verifiche sulla corretta messa in opera e sulla efficacia dei giunti, delle sigillature, ecc. L'appaltatore dovrà aggiornare e raccogliere i disegni costruttivi più significativi unitamente alle schede tecniche dei prodotti impiegati e alle prescrizioni per la successiva manutenzione.

**Art.54 – Metodi pulitura di elementi metallici**

L'appaltatore inizierà con una prima pulitura generale effettuando lavaggi di acqua deionizzata da eseguire a pennello, con nebulizzazione, per immersione (ove possibile) ed eseguendo la spazzolatura con spazzole morbide ed utili a rimuove- re eventuali depositi superficiali.
Il lavaggio dovrà essere impiegato soprattutto dopo avere eseguito puliture con agenti chimici. Seguiranno interventi di disidratazione per immersione o applicazione di solventi.
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 sol- forosa, cloruri, ecc.) accelerando così fortemente il processo corrosivo in atto.
*Pulizia manuale* – Si potrà effettuare utilizzando spazzole, bisturi, microtrapani, piccoli attrezzi metallici, o impiegando apparecchiature a basso impatto quali vibroincisori, microaeroabrasivi a bassa pressione (utilizzando come inerti ossido di alluminio o microsfere di vetro), apparecchi ad ultrasuoni. La pulizia manuale potrà essere utilizzata da personale specia- lizzato nei casi che altri sistemi siano giudicati dalla D.L. eccessivamente abrasivi o nelle parti non accessibili agli utensili meccanici Gli utensili necessari per eseguire la pulizia manuale saranno: spazzole metalliche, raschietti, scalpelli, martelli per la picchiettatura, tela smeriglio e carta vetrata, oppure utensili speciali sagomati in modo da poter penetrare negli inter- stizi da pulire.
A lavoro ultimato, la superficie dovrà essere spazzolata, spolverata a mano o soffiata con aria compressa al fine di to- gliere tutti i depositi di materiale staccato, quindi sgrassata.
*Pulizia meccanica* – Nell'eseguire la pulizia meccanica sarà necessario porre la massima cautela al fine di evitare di coinvolgere parti sane del metallo. Le apparecchiature richieste sono le spazzole metalliche rotanti e gli utensili rotanti ad impatto. Sarà escluso l'utilizzo di mole abrasive. Per la pulizia degli angoli dovranno essere utilizzate le spazzole a fasce. Andranno evitate le velocità più elevate e l'operatore dovrà mantenere la spazzola sullo stesso punto solo per il tempo ne- cessario evitando bruciature superficiali o levigature tali da non offrire l'ancoraggio alla pittura protettiva. Potranno essere utilizzati anche utensili meccanici ad impatto, raschietti o scalpelli da montare su apparecchiature elettriche o pneumati- che; questi strumenti sono utili per asportare dalla superficie metallica strati di ruggine consistenti, scaglie o consistenti strati di pittura. L'operatore dovrà fare particolare attenzione a non causare danneggiamenti alla superficie o asportazioni di metallo sano. Sulle superfici pulite meccanicamente l'applicazione della pittura di fondo andrà eseguita nel più breve tempo possibile al fine di evitare gli effetti nocivi degli agenti atmosferici.
*Sabbiatura* – La sabbiatura potrà essere eseguita per via umida o a secco. Il sistema per via umida si differenzia da quel- lo a secco per il fatto che nella polvere abrasiva viene introdotta dell'acqua o una soluzione di acqua e inibitori di corrosione. Il sistema o per via umida presenta il vantaggio di ridurre al minimo la produzione di polveri ma, la presenza dell'acqua può provocare ulteriore formazione. Si potranno realizzare quattro gradi di pulitura:

a) *a metallo bianco*. Completa asportazione dei prodotti di corrosione, delle tracce pitture e di tutte le impurità della su- perficie metallica. Con questo livello si dovrà ottenere una superficie di color grigio chiaro con aspetto uniforme e una ruvidità sufficiente a garantire la perfetta adesione dei

successivi strati di pittura;

b) *al metallo quasi bianco.* Asportazione parziale dei di corrosione, delle tracce pitture e di tutte le impurità della super- ficie metallica; è ammesso che sulla superficie possano rimanere piccole chiazze di colore leggermente diverso;

c) *sabbiatura grossolana.* Sabbiatura limitata durante la quale vengono asportate tutte le scaglie di ruggine, mentre ven- gono lasciati gli strati di vecchia pittura.

Gli abrasivi utilizzabili nelle operazioni di sabbiatura saranno a base di sabbia silicea, pallini e granuli macinati di ghisa o di acciaio. Le sabbie dovranno essere esenti da argille e da polveri. Il materiale abrasivo dovrà essere sufficientemente duro per compiere la desiderata azione di pulizia.

L'appaltatore utilizzerà la pressione d'aria, il diametro dell'ugello e il tipo di abrasivo prescritti dalla D.L. in funzione del tipo di superficie metallica e dei materiali che si dovranno asportare.

*Pulitura tramite trattamenti chimici* – L'appaltatore eseguirà la pulitura ricorrendo a prodotti svernicianti debolmente aggressivi solo nelle zone dove risulta necessaria ed impiegherà questo sistema con le dovute. Saranno da preferire i pro- dotti ad azione lenta a base di solventi clorurati in solvente o a base d'acqua.

La pulitura chimica con sostanze complessanti risulta efficace quando si devono eliminare concrezioni calcaree o depo- siti di particellato atmosferico; quando sono da evitare puliture meccaniche; quando si deve operare con puliture selettive per la rimozione di alcuni prodotti di corrosione (carbonati di rame). Sarà sempre preceduta da piccoli campioni di prova onde valutare l'efficacia della pulitura ed i tempi di applicazione. Per l'eliminazione delle croste nere si possono applicare impacchi a base di EDTA bisodico in acqua distillata in grado di eliminare particellato ferroso e di calcio. Le croste verranno successivamente rimosse meccanicamente anche con l'impiego di bisturi. Agli impacchi seguiranno abbondanti ri- sciacqui con acqua deionizzata.

*Pulitura tramite trattamenti fisici* – Tra le più recenti tecniche di pulitura si potrà impiegare quella che utilizza apparecchi laser ad impulso. Regolandone i principali parametri (potenza media, frequenza e densità d'energia) è possibile ottenere buoni risultati, rispettando inoltre la patina naturale dei manufatti ed eventuali precedenti trattamenti.

*Trattamenti inibitori di corrosione* – Andrà impiegato un composto chimico di tipo organico (benzotriazolo al 5% in al- cool) utile a formare composti stabili sulla superficie sensibili all'ambiente acido. Alla fine della lavorazione andranno eseguiti dei trattamenti di protezione superficiale tramite applicazione a pennello di resine acriliche in soluzione, di resine acriliche e benzotriazolo o di cere microcristalline da applicare a pennello.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Nel corso dell'esecuzione dei lavori il direttore di lavori potrà verificare se i materiali impiegati e le tecniche di posa siano quelli prescritti. In particolare verificherà se nel corso della realizzazione delle opere si siano verificati danni alle stesse in relazione a trattamenti non idonei. Alla fine dei lavori direttore di lavori potrà eseguire verifiche sull'efficacia dei trattamenti. L'appaltatore dovrà raccogliere le notizie più significative unitamente alle schede tecniche dei prodotti impiegati e alle prescrizioni per la successiva manutenzione.

**Art.55 – Protezione degli elementi metallici**

I sistemi protettivi da utilizzare dovranno essere scelti in relazione all'aggressività chimica dell'ambiente nel quale è po- sizionato 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.). Considerato che le azioni aggressive possono essere combinate tra loro, la scelta del rivestimento dovrà essere eseguita in funzione della peg- giore situazione che può presentarsi. L'efficace protezione anticorrosiva dovrà prevedere le seguenti fasi:

*Preparazione e condizionamento delle superfici*

Come preparazione alla pittura protettiva la superficie metallica, l'appaltatore dovrà renderla idonea ad offrire le massime possibilità di ancoraggio. Dovrà quindi ripulire la superficie da quegli elementi estranei (ossidi, sali e ruggine) che pre- giudicano ogni efficace sistema protettivo. I metodi ammessi per la preparazione delle superfici 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 si potrà fare uso di solventi, emulsioni e composti detergenti.

*Trattamento preliminare* – Per tutti i metalli esposti agli agenti atmosferici e in ambienti saturi di umidità sarà necessario effettuare un trattamento preliminare alla successiva applicazione della mano di fondo. Questi trattamenti potranno essere dei seguenti due tipi:

a) *chimico (fosfatizzazione a freddo)* – Consisterà nel trattare il metallo con una miscela di acqua, acido fosforico, agenti bagnanti, olio solvente solubile in acqua; questa miscela dovrà essere diluita in acqua (rapporto 1:3);

b) *wash primer* – Il wash è 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 (acido fosforico, pigmenti da cromati inorganici, resina polivinilbutirralica). Sarà ammesso l'uso di wash primer di tipo reattivo o di tipo non reattivo. Il tipo di wash primer da utilizzare dovrà assicurare la completa compatibilità con i succes- sivi cicli di pittura protettiva. Il wash primer andrà applicato sulle superfici metalliche a spruzzo o a pennello. Andrà appli- cato in un solo strato per uno spessore compreso tra 8 e 12 micron.

*Applicazione del rivestimenti protettivo* – L'appaltatore dovrà assicurarsi che prima dell'applicazione la pittura sia stata accuratamente rimescolata al fine di ottenere un amalgama omogeneo. La diluizione delle pitture dovrà essere fatta con i solventi prescritti dal produttore e specifici per ciascun sistema al fine di evitare alterazioni delle caratteristiche fisi- co-chimiche degli stessi. La temperatura ambiente e quella delle superfici da pitturare dovrà stare nei limiti prescritti per ciascuna vernice; lo stato igrometrico dovrà essere compreso intorno ai valori si umidità relativa del 65-70% e non dovrà mai superare l'85%; in presenza di valori alti di U.R. ed in caso di piogge, l'appaltatore dovrà rimandare l'operazione in giorni con condizioni ambientali ottimali. Inoltre, dovrà assicurarsi che ogni mano di pittura raggiunga un adeguato grado di durezza e di essiccazione prima di applicare la mano successiva. Anche con tempo particolarmente favorevole, il perio- do di essiccazione e/o di stagionatura non dovrà essere inferiore a quella prescritta dal produttore.

L'applicazione potrà essere eseguita con i seguenti sistemi.

1) *Applicazione a pennello* – Salvo casi particolari, la prima mano dovrà essere data a pennello, per ottenere una buona penetrazione della pittura. I pennelli dovranno essere di ottima marca, fabbricati con setole vulcanizzate o sintetiche, do- vranno essere ben imbevuti di pittura; le pennellate saranno date con pennello inclinato a 45 gradi rispetto alla superficie e i vari strati di pittura saranno applicati incrociati (ognuno in senso normale rispetto al precedente). Ad ogni interruzione del lavoro, i pennelli dovranno essere accuratamente puliti con apposito diluente.

2) *Applicazione a spruzzo* – Per ottenere una buon livello di verniciatura 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. Inoltre bisognerà predisporre un corretto rapporto aria/vernice. Durante i lavori l'ugello della pistola dovrà essere tenuto costan- temente ad una distanza di circa cm 20-25 dalla superficie e lo spruzzo dovrà rimare costantemente perpendicolare alla superficie da verniciare. L'attrezzatura dovrà essere costituita da: una pistola a spruzzo, tubi flessibili per il trasporto dell'aria e delle vernici, serbatoio di alimentazione dell'aria compressa, compressore, riduttore della pressione, filtri capaci di mantenere la pressione costante e di asportarne l'umidità, le sostanze grasse e le altre impurità.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Nel corso dell'esecuzione dei lavori il direttore di lavori potrà verificare se i materiali impiegati e le tecniche di posa siano quelli prescritti. In particolare verificherà se nel corso della realizzazione delle opere si siano verificati danni alle stesse in relazione a trattamenti non idonei. Alla fine dei lavori il direttore di lavori potrà eseguire verifiche sull'efficacia dei trattamenti. L'appaltatore dovrà raccogliere le notizie più significative unitamente alle schede tecniche dei prodotti im- piegati e alle prescrizioni per la successiva manutenzione.

**Art.56 – Opere da vetraio**

Le lastre di vetro saranno di norma chiare, del tipo indicato nell'elenco prezzi; per le lastrine si adotteranno vetri rigati o smerigliati, il tutto salvo più precise indicazioni che saranno impartite all'atto della fornitura dalla D.L. Per quanto riguar- da 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 gradi, 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 in- visibili, 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 finissi- mo strato di stucco su tutto il perimetro della battuta

dell'infisso contro cui dovrà appoggiarsi poi 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 riposi fra due strati di stucco (uno verso l'esterno e l'altro 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 racchiudenti uno strato uniforme (dello spessore da mm 1 a 3) di feltro di fili o fibre di vetro trasparente, convenientemente disposti rispetto alla direzione dei raggi luminosi, racchiuso e protetto da ogni contat- to 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 essere sempre protetto con una verniciatura a 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 po- sizione, e dovrà essere completato da una perfetta pulitura delle due facce delle lastre stesse, che dovranno risultare perfet- tamente lucidi 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 comple- to 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 o 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 D.L., sarà a carico dell'impresa.
MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO
Nel corso dell'esecuzione dei lavori il direttore di lavori potrà verificare se i materiali impiegati e le tecniche di posa siano quelli prescritti. L'appaltatore dovrà raccogliere le notizie più significative unitamente alle schede tecniche dei prodotti impiegati e alle prescrizioi per la successiva manutenzione.

**Art.57 – Tubazioni e canali di gronda**

a) *Tubazioni in genere* – Le tubazioni in genere del tipo e dimensioni prescritte, dovranno avere le caratteristiche di cui all'art. "Tubazioni", eseguire il minimo percorso compatibile col buon funzionamento di esse e con le necessità dell'estetica; dovranno evitare, per quanto possibile, gomiti, bruschi risvolti, giunti e cambiamenti di sezione ed essere col- locate in modo da non ingombrare e da essere facilmente ispezionabili, specie in corrispondenza a giunti, sifoni, ecc. Inol- tre quelle di scarico dovranno permettere il rapido e completo smaltimento delle materie, senza dar luogo ad ostruzioni, formazioni di depositi ed altri inconvenienti.
Le condutture interrate all'esterno dell'edificio dovranno ricorrere ad una profondità di almeno metri 1 sotto il piano stradale; quelle orizzontali nell'interno dell'edificio dovranno per quanto possibile, mantenersi distaccate, sia dai muri che dal fondo delle incassature, di 5 cm almeno (evitando di situarle sotto i pavimenti e nei soffitti), ed infine quelle verticali (colonne) anch'esse lungo le pareti, disponendole entro apposite incassature praticate nelle murature, di ampiezza sufficiente per

eseguire le giunzioni, ecc., e fissandole con adatti sostegni.
Quando le tubazioni siano soggette a pressione, anche per breve tempo, dovranno essere sottoposte ad una pressione di prova eguale da 1,5 a 2 volte la pressione di esercizio, a secondo delle disposizioni della D.L.
Circa la tenuta, tanto le tubazioni a pressione che quelle a pelo libero dovranno essere provate prima della loro messa in funzione, a cura e spese dell'impresa, e nel caso che si manifestassero delle perdite, anche di lieve entità dovranno essere riparate e rese stagne a tutte spese di quest'ultima. Così pure sarà a carico dell'impresa la riparazione di qualsiasi perdita od altro difetto che si manifestasse nelle varie tubazioni, pluviali, docce, ecc., anche dopo la loro entrata in esercizio e sino al momento del collaudo, compresa ogni opera di ripristino.

b) *Fissaggio delle tubazioni* – Tutte le condutture non interrate 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 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 posti a distanze non superiori a ml 1. Le condutture in- terrate poggeranno, a seconda delle disposizioni della D.L., o su baggioli isolati in muratura di mattoni, o su letto costituito da un massetto in calcestruzzo, di gretonato, pietrisco, ecc., che dovrà avere forma tale da ricevere perfettamente la parte inferiore del tubo per almeno 60°; in ogni caso detti sostegni dovranno avere dimensioni tali da garantire il mantenimento delle tubazioni nella esatta posizione stabilita. Nel caso in cui i tubi poggino su sostegni isolati, il rinterro dovrà essere cu- rato in modo particolare.

c) *Tubazioni in ghisa* – Le giunzioni nei tubi di ghisa saranno eseguite concorda di canapa catramata e piombo colato e calafato.

d) *Tubazioni di piombo* – I tubi di piombo dovranno essere di prima fusione. Saranno lavorati a mezzo di sfere di legno duro, in modo che il loro spessore e diametro risultino costanti anche nelle curve e le saldature a stagno, accuratamente lavorate col sego di lardo ed il percalle, abbiano forma a oliva (lavorazione all'inglese).

e) *Tubazioni in lamiera di ferro zincato* – Saranno eseguite con lamiera di ferro zincato di peso non inferiore a kg 4, 5 al mq, con l'unione "ad aggraffatura" lungo la generatrice e giunzioni a libera dilatazione (sovrapposizione di cm 5).

f) *Tubazioni in ferro* – Saranno del tipo "saldato" o "trattato" (Mannesmann), a seconda del tipo ed importanza della conduttura, con giunti a vite e manicotto, rese stagne con guarnizioni di canapa e mastice di manganese. I pezzi speciali dovranno essere in ghisa malleabile di ottima fabbricazione. A richiesta della D.L. le tubazioni in ferro (elementi ordinari e pezzi speciali) dovranno essere provviste di zincature; i tubi di ferro zincato non dovranno essere lavorati a caldo per evita- re la volatilizzazione dello zinco; in ogni caso la protezione dovrà essere ripristinata, sia pure con stagnatura, la dove essa sia venuta meno.

g) *Tubazioni in rame* – Saranno eseguite utilizzando laminati di rame Cu-DHP conformemente alla **UNI 5649** (parte 1) ed alla **UNI 3310**. I pluviali verranno realizzati con laminati in rame semi crudo da mm 0, 6 arrotolati, aggraffati e, se ri- chiesto, brasati o elettrosaldati. I canali di gronda verranno

realizzati con lastre o nastri semi crudi dello spessore descritto (da 0,5 a 0,8 mm); per grondaie di esecuzione complessa verrà utilizzato esclusivamente rame ricotto con spessore da 0,7 a 0,8 mm Le giunzioni verranno realizzate mediante semplice sovrapposizione o per aggraffatura piatta; la tenuta verrà assi- curata da una corretta brasatura.

h) *Tubazioni in grès* – Le giunzioni, saranno eseguite con corda di canapa imbevuta di litargirio e compressa a mazzuo- lo; esse saranno poi stuccate con mastice di bitume o catrame.

i) *Tubazioni in ardesia artificiale* – Le giunzioni dovranno essere costituite da una guarnizione formata di anelli di gomma, ovvero calafata di canapa catramata e successiva colatura di boiacca semifluida di agglomerante cementizio, completata da una stuccatura di malta plastica dello stesso agglomerante, estesa sino all'orlo del manicotto. Nel caso di condotti di fumo si dovrà invece colare nei giunti malta fluida di terra refrattaria e calce, in luogo della boiacca di agglomerante.

l) *Tubazioni di cemento* – Le giunzioni saranno eseguite distendendo sull'orlo del tubo in opera della pasta di cemento puro, innestando quindi il tubo successivo e sigillandolo poi tutto all'ingiro, con malta di cemento, in modo da formare un anello di guarnizione.

m) *Tubazioni in PVC per linee verticali* – Le giunzioni possono essere a bicchiere con anello di gomma o ad incollaggio. Esse sono staffate ad opportune distanze con cravatte che consentono il supporto e nello stesso tempo lo scorrimento delle condotte:

1) giunzione con anello di gomma: la guarnizione deve essere di materiale elastomerico e posta in un'apposita sede rica- vata nel bicchiere stesso. Tale guarnizione dovrà assicurare la perfetta tenuta idraulica come prescritto nelle norme **UNI 7448/75**;

2) guarnizioni ad incollaggio: per tale operazione bisogna provvedere ad un'accurata pulizia delle parti da congiungere assicurandosi che esse siano integre, e quindi spalmare sia l'interno del bicchiere che l'esterno del cordolo con apposito collante. Siccome la giunzione ad incollaggio crea un sistema rigido bisogna provvedere all'inserimento di un giunto di dilatazione ad opportune distanze; in particolare nei fabbricati civili e per scarichi caldi o promiscui uno ogni tre metri. Per altre condizioni seguire le norme **UNI 7448/75**.

n) *Tubazioni di PVC per linee interrate* – Nei casi in cui il terreno originario sia di natura aspra o ciottolosa si dovrà provvedere a disporre un piano di posa sabbioso ed inoltre ricoprire la tubazione con lo stesso materiale sino ad altezza di cm 15 al di sopra della generatrice superiore del tubo. Al fine di assicurare, nel modo migliore, un sistema di tipo flessibi- le, le tubazioni dovranno essere dotate di

o) giunto con anello di gomma inserito nel bicchiere facente parte integrante del tu- bo stesso.

p) *Tubazioni in polietilene per linee interrate* – Le giunzioni possono avvenire per polidiffusione o per mezzo di mani- cotti di materiale plastico o metallico. Per la posa in opera in terreni ciottolosi, aspri e tali da non garantire un'omogenea e continua aderenza con il tubo, bisognerà formare un letto sabbioso di posa ed inoltre ricoprire la tubazione con lo stesso materiale sino ad un'altezza di 15 cm al di sopra della generatrice del tubo stesso.

q) *Canali di gronda* – Potranno essere in lamiera di ferro zincato, in rame, in materiale sintetico, e dovranno essere posti in opera con le esatte pendenze che verranno descritte dalla D.L.; i canali di

gronda in PVC possono essere sagomati in tondo o a sezione diversa, secondo le prescrizioni della D.L.; saranno posti in opera su apposite cicogne e dovranno essere dotati di giunti al fine di consentire l'assorbimento delle dilatazioni termiche a cui sono sottoposti.
Quelli in lamiera zincata verranno sagomati in tondo od a gola con riccio esterno, ovvero a sezione quadra o rettangola- re, 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 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 ad ottone a perfetta tenuta; tutte le parti metalliche dovranno essere verniciate con doppia mano di minio di piombo ed olio di lino cotto.
Le grondaie in ardesia artificiale saranno poste in opera anch'esse su apposite cicogne in ferro, verniciate come sopra e assicurate mediante legature in filo di ferro zincato, le giunzioni saranno eseguite con appositi coprigiunti chiodati e saldati con mastici speciali.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Nel corso dell'esecuzione dei lavori il direttore di lavori potrà verificare se i materiali impiegati e le tecniche di posa siano quelli prescritti. L'appaltatore dovrà raccogliere le notizie più significative unitamente alle schede tecniche dei pro- dotti impiegati e alle prescrizioni per la successiva manutenzione.

**Art.58 – Opere da pittore – Norme generali**

Qualunque tinteggiatura, coloritura o verniciatura, dovrà essere preceduta da una conveniente ed accuratissima prepara- zione 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 pomiciate 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. Le tinteggiature, coloriture e verniciature dovranno, se richiesto, essere anche eseguite con colori diversi su una stessa parete, complete di filettature, 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 i colori ordinari e colori fini, dovendosi in ogni caso fornire i materiali più fini e delle migliori qualità. Le successive passate di coloriture 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 di passate effettuate, la decisione sarà a sfavore dell'appaltatore stesso. Comunque esso ha l'obbligo, dopo l'applicazione di ogni passata e pri- ma di procedere all'esecuzione di quella successiva, di farsi rilasciare dal personale della direzione una dichiarazione scrit- ta.

Prima di iniziare le opere da pittore, l'impresa ha inoltre l'obbligo di eseguire, nei luoghi e con le modalità che le saran- no prescritte, 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.

## CAPO VI – IMPIANTI

### Art.59 – Impianti elettrici – Generalità

L'appaltatore è tenuto a presentare entro e non oltre i 30 giorni prima della realizzazione dell'impianto un progetto esecutivo, completo di relazione illustrativa, disegni particolareggiati e calcoli, a firma di un tecnico abilitato. Gli impianti elettrici a bassa tensione per interni o per esterni avranno origine nel punto di consegna dell'energia e comprenderanno, salvo diverse prescrizioni, le condutture elettriche con gli accessori, gli strumenti di protezione e di manovra, i circuiti fissi ed i dispositivi per l'inserimento degli apparecchi le cui caratteristiche tecniche saranno quelle prescritte dall'art. "Materiali per impianti elettrici" del presente disciplinare. L'appaltatore sarà responsabile della perfetta esecuzione degli impianti secondo quanto previsto dalla legge 186 dell'1.3.1968 e dalle successive modifiche o integrazioni.

Per quanto non specificato nel presente disciplinare sia le modalità di esecuzione degli impianti sia le caratteristiche dei materiali e delle apparecchiature dovranno possedere requisiti corrispondenti a quelli richiesti dalle norme CEI vigenti alla data del presente contratto.

Quando in uno stesso locale sono previsti circuiti destinati ad un diverso impiego, l'appaltatore sarà tenuto a collocarli in tubazioni separate oppure dovrà provvedere ad isolare tutti i conduttori in base alla tensione più elevata e a munire le sin- gole cassette di morsetti aventi diaframmi fissi ed inamovibili.

Prima dell'esecuzione dei lavori l'appaltatore dovrà sottoporre all'approvazione della D.L. sia il tracciato delle tubazioni che il posizionamento delle singole apparecchiature e, se richiesto, suddividere il carico di ogni impianto in differenti cir- cuiti adeguatamente protetti da sovraccarichi di corrente e da eventuali corto circuiti.

L'impianto dovrà essere progettato a firma di un tecnico abilitato e calibrato in relazione alla sezione dei conduttori ed al numero dei punti di presa in modo da consentire una corretta alimentazione degli apparecchi. Al fine di garantire un equi- librato dimensionamento dei circuiti le sezioni minime dei conduttori saranno le seguenti (norme CEI 315 2.2.04).

In ogni vano dovranno essere installate il numero prescritto di prese da 10 A e da 16 A.

Per quanto concerne gli impianti centralizzati, all'inizio dell'impianto o all'entrata del montante dovrà essere collocato un interruttore magnetotermico onnipolare integrato con una protezione differenziale la cui corrente nominale di taratura dovrà essere proporzionata al carico presunto dell'impianto ed alla sezione dei conduttori. Negli impianti alimentati con bassa tensione

direttamente dall'ente fornitore dell'energia, il sistema di protezione dovrà essere formato da un impianto di terra centralizzato combinato ai vari dispositivi di protezione per le singole utenze.
L'appaltatore, salvo diverse disposizioni, dovrà fornire i materiali occorrenti per la realizzazione delle linee, gli strumenti di comando, le prese, le derivazioni, le protezioni, le tubazioni, i materiali accessori, le prestazioni d'opera, il trasporto dei materiali in cantiere e tutto ciò che serve alla completa realizzazione dell'impianto. La D.L. sarà autorizzata ad eseguire in corso d'opera tutti gli accertamenti che riterrà necessari per valutare l'efficienza dell'impianto e la sua rispondenza i requisiti di sicurezza richiesti dalla normativa vigente.
DISPOSIZIONI RELATIVE ALL'INSTALLAZIONE
L'appaltatore in qualsiasi tipo d'impianto (ad incasso od a vista) dovrà, sempre, collocare tutti i conduttori all'interno di appositi tubi protettivi; quindi, non potrà assolutamente annegare i cavi privi di protezione all'interno di intonaci o di murature.

Egli, inoltre, dovrà congiungere i diversi conduttori mediante appositi morsetti isolati evitando di attorcigliare i cavi o di proteggerli col solo nastro isolante. Il raggio di curvatura dei tubi non dovrà essere inferiore a 12 volte il loro diametro, mentre il diametro interno dovrà essere 1,3 volte il diametro del fascio dei conduttori. L'andamento dei tubi dovrà essere rettilineo ed ogni variazione di direzione dovrà avvenire all'interno di apposite cassette di derivazione o di pezzi speciali di facile ispezione che, se metallici, dovranno essere provvisti di adeguati collegamenti alla linea di terra. Le tubazioni protettivedovranno essere solo parzialmente inserite all'interno delle cassette.
La dimensione dei tubi ed il numero delle cassette di derivazione saranno calcolati in modo da permettere un agevole sfilamento dei singoli cavi conduttori.
L'appaltatore non potrà installare tubi protettivi all'interno di pareti di canne fumarie, di vani ascensore o a diretto con- tatto con impianti idrici, condotte ad alta temperatura e, in genere, vicino corpi metallici radianti calore. Se necessario, l'appaltatore dovrà, altresì, prevedere lo scarico della condensa. I comandi dei singoli circuiti e le prese di derivazione di apparecchi mobili dovranno essere inseriti nelle pareti nella posizione ed alla altezza indicate dagli elaboratori di progetto o prescritte dalla D.L.
DISPOSIZIONI PARTICOLARI RELATIVE ALLA PROTEZIONE
L'appaltatore dovrà collocare in corrispondenza del punto di consegna dell'energia un quadro generale completo di un interruttore generale (anche per il conduttore neutro) e di un altro di massima corrente idoneo ad evitare i corto circuiti (norma CEI 64-6). Il dispositivo adottato, di qualsiasi genere esso sia, dovrà essere in grado di interrompere l'erogazione di massima corrente (3000 A per l'erogazione monofase; 4500 A per la trifase). In ogni caso sarà necessario controllare che le protezioni installate siano idonee ad evitare sovratemperature pericolose nei conduttori di sezione più piccola.
Ogni impianto dovrà essere dotato di una linea di terra mediante l'utilizzo di conduttori dai requisiti rispondenti alle norme CEI 11-8 e, inoltre, munito di:

- dispersori realizzati con uno o più elementi metallici collocati in modo da consentire una loro facile ispezione
- conduttori di terra bicolore (giallo-verde) con cui verranno effettuati tutti i collegamenti alle

masse metalliche

- conduttori di protezione (giallo-verde) con cui verranno collegate tutte le prese ed i punti luce
- conduttore equipotenziale principale.

I dispersori di terra saranno costituiti da elementi metallici fissati nel terreno e distribuiti lungo il perimetro esterno della costruzione. Le dimensioni trasversali minime saranno le seguenti:

- dispersori in rame: tondini o corde mm 7,5; piattine e lamiere mm 3; tubi mm 2,3 di spessore e mm 40 di raggio; profi- lati spessore mm 5 e dimensione mm 50.
- dispersori in ferro: gli spessori minimi sopra indicati dovranno essere aumentati del 50%.

L'appaltatore avrà l'obbligo di infiggere i dispersori in terreni umidi predisponendo un rinterro di terreno vegetale misto a carbone dello spessore di circa 20 cm; i dispersori dovranno raggiungere una profondità che sarà stabilita in funzione delle variazioni di resistività del terreno sottoposto agli sbalzi termici prodotti dal mutare delle condizioni meteorologiche. La sezione dei conduttori di terra, che dovrà essere uguale a quella dei conduttori di fase, non potrà essere inferiore a quel- la indicata nella tabella riportata nella norma CEI 176-2.3.03.

La resistenza dell'impianto di terra dovrà avere, in relazione alla protezione meno sensibile installata, valori inferiori a quelli dalle norme CEI.

Le prese e gli elementi dell'impianto elettrico, installati in locali contenenti vasche da bagno, docce o contenitori d'acqua, dovranno essere collocati al di fuori di una zona di rispetto estesa ml 1,25 dai bordi dell'apparecchio sanitario ed elevata ml 2,50 dalla quota del pavimento.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Le opere potranno essere sottoposte a controlli e verifiche della D.L. sulla completezza della documentazione tecnica, ai tempi della realizzazione e sulle eventuali interferenze con altri lavori. La D.L. potrà inoltre verificare se i materiali impiegati e la loro messa in opera siano conformi a quanto stabilito dal progetto.

Al termine dei lavori l'appaltatore si farà rilasciare il rapporto di verifica dell'impianto elettrico come precisato nella "Appendice G" della Guida CEI 64-50 – conforme alla norma **UNI 9620**. La verifica attesterà che i lavori sono stati ese- guito a regola d'arte. L'appaltatore dovrà fornire tutta la documentazione più significativa necessaria per la manutenzione dell'impianto.

Le verifiche dell'impianto elettrico saranno condotte secondo le indicazioni del capitolo 61 della Norma CEI 64-8 e con- formemente ai seguenti articoli: 611. Esame a vista; art. 612. Prove.

In linea generale le operazioni di collaudo di un impianto elettrico potranno articolarsi nelle seguenti fasi: esame a vista, rilievi strumentali e calcoli di controllo.

Le verifiche dovranno essere eseguite anche nei casi di trasformazioni, di ampliamenti o di interventi che hanno alterato in qualche modo le caratteristiche originarie.

Le prove consisteranno in una serie di misurazioni da effettuare al fine di accertare l'efficienza dell'intero impianto. Le misure saranno eseguite tramite idonei strumenti, le prove potranno riguardare:

- la continuità dei conduttori di protezione compresi i conduttori equipotenziali principali e supplementari;

- la resistenza dell'isolamento dell'impianto elettrico
- la resistenza d'isolamento dei pavimenti e delle pareti
- la separazione dei circuiti
- la protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione
- prova di polarità
- prova di tensione applicata
- prove di funzionamento alla tensione nominale
- verifica della protezione contro gli effetti termici.

**Art.60 – Impianti idrici – Generalità**

L'appaltatore per la realizzazione di impianti idrici di qualsiasi estensione dovrà attenersi alle seguenti prescrizioni:

- presentare, entro il termine stabilito dalla D.L., il progetto esecutivo degli impianti che, redatto da un tecnico abilitato, dovrà essere completo e provvisto di relazione, disegni esecutivi, calcolo delle portate e dei diametri delle condutture;
- fornire e porre in opera tutte le condutture di adduzione e di scarico delle acque provviste di raccordi, giunzioni, fissaggi, gomiti ed accessori (valvole, contatori, sifoni, chiusini, ecc.) aventi caratteristiche tecniche conformi a quelle richie- ste dalle specifiche norme UNI e dalle disposizioni dell'art. "Materiali per impianti idrici" del presente disciplinare.

Inoltre, l'appaltatore dovrà sostenere l'onere derivante dai lavori di sterro, rinterro, muratura, taglio e dalle opere esegui- te per la creazione di tracce ed incassature sia nei muri sia in altre strutture nonché le conseguenti riprese di murature, pa- vimentazione, intonacatura, tinteggiatura, ecc.

- rivestire le condutture con idonei materiali coibenti aventi le caratteristiche descritte all'art. "Materiali per impianti idrici" del presente disciplinare;
- fornire e porre in opera le prescritte cassette di ripartizione ed i serbatoi idrici provvisti di adeguati appoggi alle strutture murarie;
- fornire e porre in opera l'impianto di acqua calda provvisto di ogni accessorio;
- fornire, se esplicitamente previsto dagli elaborati di progetto, e porre in opera gli apparecchi igienico/sanitari aventi le caratteristiche stabilite dall'art. "Materiali per impianti idrici" del presente disciplinare; gli apparecchi dovranno essere provvisti di tubi di collegamento con le condutture, di rubinetti, di erogatori e di ogni altro accessorio.

MODALITÀ DI REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO

L'appaltatore realizzerà l'impianto suddividendolo nel seguente modo:

- rete per l'impianto igienico-sanitario
- rete per l'acqua potabile
- rete per l'acqua calda
- rete per impianti accessori.

Costituirà le reti per la distribuzione dell'acqua potabile e di quella calda in modo che in esse sia

accurata la continua circolazione dell'acqua che, se calda, dovrà defluire alla temperatura di regime entro 15 secondi dalla apertura degli eroga- tori. Collegherà la rete dell'acqua potabile direttamente al contatore dell'ente erogatore e subito dopo collocherà un rubi- netto o un dispositivo atto ad isolare le condutture interne dalle esterne.
Su ogni conduttura di acqua calda predisporrà un congruo numero di giunti di dilatazione.
L'appaltatore dovrà posizionare le condutture di adduzione in modo che seguano, compatibilmente al funzionamento dell'impianto, il percorso più breve.
Tutte le congiunzioni, siano esse eseguite con croci, braghe, gomiti, manicotti e tubi a T, dovranno essere eseguite in modo che non si verifichino perdite di liquido dovute all'uso o alle variazioni di temperatura. L'appaltatore dovrà impiega- re:

- per le condutture di acciaio guarnizioni di canapa e mastice di manganese;
- per le condutture di ghisa corda di canapa catramata e piombo colato e calafato o gomme sintetiche resistenti all'invecchiamento ed alla corrosione e raccordi **speciali (UNI 5336-69)**;
- per le condutture di piombo un'accurata saldatura;
- per le condutture di grès corda di canapa imbevuta di litargirio e mastice di bitume o catrame;
- per le condutture di materiale plastico gli appositi collanti consigliabili del produttore e raccordi speciali **(UNI 7441- 7448);**
- per le condutture in rame e gli appositi accessori **(UNI 6507)** la brasatura dolce da eseguire con leghe Sn Cu 3 o Sn Ag 5; sarà escluso l'uso della brasatura con leghe Sn 50 Pb 50 e della saldatura ad arco con elettrodi.

L'impianto sarà realizzato in modo che la velocità dell'acqua all'interno delle condutture risulti compresa fra il valore minimo di m 0,25 al minimo secondo ed il valore massimo di m 2 al minuto; il carico minimo disponibile per ogni eroga- tore dovrà essere di almeno mezzo metro d'acqua. La portata (litri/minuto primo) degli erogatori dei singoli apparecchi sarà uguale ai seguenti valori previsti in progetto o dalla normativa vigente.
L'appaltatore dovrà provvedere al fissaggio delle condutture non interrate mediante l'utilizzo di disposizioni zincate facilmente smontabili. I tubi, i raccordi e gli organi di fissaggio delle condutture dovranno essere protetti contro l'azione dell'umidità di condensa.
Ogni apparecchio igienico-sanitario dovrà essere provvisto:

- del tubo di collegamento (1/2 pollice) con la conduttura di adduzione munito di un rubinetto di intercettazione con cappelletto di protezione e manovra allo scopo di isolare dalla conduttura il gruppo erogatore senza turbare il normale fun- zionamento dell'impianto;
- del tubo di collegamento con la conduttura di scarico, munito di rosone a muro o a pavimento del diametro interno non inferiore a pollici 1 e 1/4;
- del sifone, di facile ispezione.

Tutte le giunzioni dei tubi di collegamento dovranno essere eseguite senza dar luogo a perdite di liquido permettendo di separare con facilità l'apparecchio dai tubi stessi.
Le colonne di scarico, disposte in modo da permettere un rapido e completo smaltimento delle materie luride nelle fogne, lungo il loro percorso dovranno essere prive di ostruzioni o formazioni

di depositi e di incrostazioni e dovranno essere raccordate con pezzi speciali in corrispondenza delle riseghe che saranno provviste di tronchi di ispezione e munite di un cappello esaustore atto all'aspirazione dei gas. Le condutture interrate, all'esterno dell'edificio, dovranno essere poste ad una profondità non inferiore ad un metro a partire dal piano stradale.
Alla base di ogni colonna di scarico, l'appaltatore farà collocare dei sifoni ispezionabili. Inoltre, prima dell'immissione nella rete fognante, farà scaricare le colonne in pozzetti di ispezione costruiti in muratura, intonacati con malte cementizie e muniti di chiusini metallici a doppia chiusura ermetica. Fra i pozzetti e la rete fognante sistemerà sifoni a doppia ispezio- ne muniti di presa d'aria e di dispositivi contro l'uscita dei gas. Tutti i chiusini a pavimento dovranno essere collocati in modo da permettere una facile ispezione e pulizia.

Quando richiesto, l'appaltatore dovrà collegare, mediante una conduttura di sezione adeguata, ogni singolo apparecchio sanitario ad una colonna di ventilazione secondaria.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Durante l'esecuzione dei lavori e comunque prima della definizione degli stessi con la chiusura delle tracce, l'appaltatore sarà tenuto a fare effettuare a sue spese, in fase di realizzazione, tutte le prove preliminari e le verifiche rite- nute dalla D.L. più idonee al tipo di impianto concernenti la qualità dei materiali, la resistenza idraulica delle condutture, ecc. da eseguire secondo quanto stabilito dalla norma **UNI 9182** punti 25 e 27. L'esito positivo delle prove preliminari non solleverà l'appaltatore dalle sue responsabilità che cesseranno alla data del collaudo delle opere ed alla fine del periodo di garanzia prevista dalle vigenti leggi.

Nel corso dell'esecuzione dei lavori la direzione dei lavori potrà verificare che i materiali impiegati e le tecniche di ese- cuzione siano effettivamente quelli prescritti e, per le parti destinate a non restare in vista, verificherà che l'esecuzione sia coerente con quanto previsto negli elaborati di progetto. Potrà, inoltre, verificare le giunzioni con gli apparecchi, il numero e la dislocazione dei supporti, degli elementi di dilatazione, ecc.

Al termine dell'installazione la direzione dei lavori potrà verificare che le opere siano state eseguite a regola d'arte e che l'appaltatore sia in possesso delle certificazioni di conformità relative ai materiali utilizzati. Al termine dei lavori il diretto- re dei lavori raccoglierà in un fascicolo tutti i documenti più significativi (schemi dell'impianto, dettagli costruttivi, schede dei componenti, ecc.) e tutte le istruzioni, rilasciate dai produttori dei singoli componenti e dall'installatore utili per le ope- re di manutenzione dell'impianto.

**Art.61 – Impianti di scarico delle acque reflue**

Per impianto di scarico delle acque reflue s'intende l'insieme delle condotte, degli apparecchi, e dei raccordi che trasfe- riscono l'acqua dal punto di utilizzo alla fogna pubblica. Il sistema di scarico dovrà essere indipendente dal sistema di smaltimento delle acque meteoriche fino al punto di immissione nella fogna pubblica. In caso di necessità e conformemente agli elaborati di progetto il sistema di scarico dovrà essere suddiviso in più reti che convogliano separatamente le acque fecali, le acque saponose e le acque grasse. Il modo di convogliamento delle acque reflue sarà in ogni caso

conforme alle prescrizioni delle autorità competenti.
L'impianto verrà funzionalmente suddiviso nelle seguenti parti destinate al: convogliamento delle acque (raccordi, dira- mazioni, colonne, collettori); ventilazione primaria; ventilazione secondaria; raccolta e sollevamento sotto quota; tratta- mento delle acque.
L'appaltatore utilizzerà i materiali, i componenti e le modalità indicati negli elaborati di progetto; nei casi in cui non sia- no specificati, seguirà (conformemente alla norma **UNI 9183**) le seguenti le prescrizioni.

1. L'impianto dovrà essere eseguito in modo da consentire la sua facile e rapida manutenzione e la pulizia; dovrà con- sentire la sostituzione, anche a distanza di tempo, di ogni sua parte senza gravosi interventi distruttivi di elementi della co- struzione; dovrà permettere l'estensione del sistema, quando previsto, e il suo facile collegamento ad altri sistemi analoghi.
2.
3. Installerà le tubazioni orizzontali e verticali allineandole secondo il loro asse, parallelamente alle pareti e con la pen- denza prevista dal progetto. I tubi non potranno essere collocati sopra apparecchi elettrici o dove le eventuali perdite dell'impianto possono provocare danni ed inquinamenti. Nei casi in cui non sarà possibile l'appaltatore dovrà adottare tut- te le adeguate cautele e protezioni al fine di convogliare i liquidi in un punto di raccolta.
4. Posizionerà i raccordi con curve e pezzi speciali secondo le indicazioni del punto precedente ed eviterà l'uso di curve ad angolo retto nelle connessioni orizzontali (saranno ammesse solo fra tubi verticali e orizzontali); eviterà le connessioni doppie e tra loro frontali e i raccordi a T; eseguirà tutti i collegamenti con l'opportuna inclinazione rispetto all'asse della tubazione ricevente ed in modo da mantenere allineate le generatrici superiori dei tubi.
5. Eseguirà le variazioni di direzione tramite raccordi che non apportino apprezzabili variazioni di velocità o altri effetti di rallentamento. Collocherà le connessioni, in corrispondenza di spostamento dell'asse delle colonne della verticale, ad un'opportuna distanza dallo spostamento e comunque a non meno di 10 volte il diametro del tubo e al di fuori del tratto dove è possibile la formazione delle schiume.
6. Realizzerà gli attacchi dei raccordi di ventilazione secondaria come richiesto dalla norma UNI 9183. Solo nei casi in cui non sarà possibile attuare la fuoriuscita diretta verso l'esterno, le colonne di ventilazione secondaria potranno: essere raccordate alle colonne di scarico a una quota di almeno 15 cm più elevata dal bordo superiore del troppopieno dell'apparecchio collocato alla quota più alta nell'edificio; essere raccordate ad una quota inferiore al più basso raccordo di scarico.
7. Realizzerà delle connessioni intermedie tra colonna di scarico e quella di ventilazione almeno ogni 10 connessioni nella colonna discarico.
8. Posizionerà i terminali delle colonne che fuoriescono verticalmente dalle coperture:
   a) a non meno di 0,15 m dall'estradosso per coperture non praticabili
   b) a non meno di 2 m per coperture praticabili.
   I terminali dovranno essere collocati a 3 m da ogni finestra o a 0,60 m dal bordo più alto della finestra.

9. Posizionerà i diversi punti d'ispezione (aventi diametri uguali a quelli dei tubi fino a 100 mm, e con diametro minimo di 100 mm negli altri casi) nel seguente modo:

a) al termine della rete interna di scarico insieme al sifone e a una derivazione

b)a ogni cambio di direzione con angolo maggiore di 45°

c) ogni 15 m di percorso lineare per tubi con diametro sino a 100 mm e ogni 30 m per tubi con diametro maggiore

d)a ogni confluenza di due o più provenienze

e) alla base di ogni colonna.

I punti per le ispezioni dovranno essere accessibili e avere spazi sufficienti per operare con gli utensili della pulizia. Appa- recchi facilmente rimovibili possono fungere da ispezioni. Nel caso di tubi interrati con diametro uguale o superiore a 300 mm l'appaltatore dovrà posizionare dei pozzetti di ispezione a ogni cambio di direzione e comunque ogni 40/50 m.

10. Utilizzerà supporti per tubi e apparecchi staticamente affidabili, durabili nel tempo e tali da non trasmettere rumori e vibrazioni. Le tubazioni dovranno essere supportate in corrispondenza di ogni giunzione; quelle verticali almeno ogni 2,5 m e quelle orizzontali ogni 0,5 m per diametri fino a 5 0 mm, ogni 0,8 m per diametri fino a 1 00 mm, ogni 1,00 m per diametri oltre 1,00 mm. Il materiale dei supporti dovrà essere compatibile chimicamente con il materiale dei tubi.

11. Collocherà il numero richiesto di giunti di dilatazione in relazione al materiale costituente e 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.

Gli scarichi a pavimento all'interno degli ambienti devono sempre essere sifonati con possibilità di un secondo attacco.

*Diramazioni di scarico* – Le diramazioni di scarico dovranno essere realizzate con i materiali previsti dagli elaborati di progetto e dovranno convogliare le acque di scarico provenienti dagli apparecchi sanitari senza eccessive pressioni o altri fattori che possano danneggiare le colonne di scarico per effetto dei flussi discendenti. La portata della diramazione di scarico dovrà essere maggiore o uguale alla somma delle singole portate degli apparecchi sanitari collegati dalla diramazione. Il collegamento fra le diramazioni di scarico in piombo e le colonne di scarico di ghisa dovrà essere eseguito tramite l'interposizione di idonei anelli di congiunzione in rame. Nel caso di diramazioni con materiali plastici il collegamento alle colonne di scarico dovrà essere eseguito con anelli elastici a pressione o tramite l'accurato incollaggio con mastici speciali in grado da assicurare la perfetta tenuta idraulica. Per le diramazioni in tubazioni di policloruro di vinile non plastificato si applicheranno le disposizioni della norma UNI EN 1329-1:2000 – 31/05/2000 – Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Speci- fiche per tubi, raccordi e per il sistema.

Le pendenze delle diramazioni dovranno essere sempre superiori al 2%. Nei tratti orizzontali dovrà essere assicurato un minimo di pendenza in grado di facilitare il deflusso delle acque reflue.

*Colonne di scarico* – Le colonne di scarico saranno costituite dal tipo di tubazioni previste dagli

elaborati di progetto. I diametri saranno determinati in funzione sia delle unità di scarico delle diverse diramazioni che dall'altezza della colonna; tale diametro dovrà essere mantenuto costante per tutta l'altezza della colonna. In caso di spostamenti dell'asse della co- lonna superiori a 45° rispetto l'appaltatore organizzerà la suddivisione della colonna in tratti.
L'appaltatore, inoltre, provvederà a fissare le colonne di scarico alle strutture portanti mediante appositi collari in acciaio inossidabile o in acciaio zincato. Al fine di evitare i danni apportati dalle dilatazioni termiche fisserà le tubazioni in plasti- ca con due ancoraggi a manicotti scorrevoli da collocare sotto il bicchiere.
*Collettori di scarico* – L'appaltatore collocherà i collettori di scarico in modo che questi abbiano la massima pendenza possibile con la minima lunghezza. In presenza di eventuali cambiamenti di direzione i collettori saranno realizzati utiliz- zando ampie curvature con angoli non superiori ai 45°. In prossimità delle variazioni di direzione (da verticale ad orizzon- tale) l'appaltatore appronterà due mezze curve a 45° in modo formare una curva molto ampia I collettori di scarico a soffit- to dovranno essere sostenuti da braccialetti apribili, collocati in prossimità di ogni bicchiere ogni 2 m di lunghezza di tuba- zione in ghisa o materiale plastico, per le tubazioni in gres tale distanza potrà essere ridotta ad 1 metro. I collari di sostegno a soffitto potranno essere sia del tipo a nastro regolabile che a collare pesante in metallo o in PVC.
L'appaltatore, prima di collegare i collettori con il recapito esterno, dovrà dotarli di un idoneo dispositivo ispezionabile, a chiusura idraulica e provvisto di attacco idoneo alla ventilazione.
Dovrà, inoltre, assicurare una sufficiente velocità di deflusso (non inferiore a 0,6 m/s) in modo da evitare la separazione dei materiali solidi; la velocità massima di deflusso dovrà essere compatibile con la natura dei materiali dei collettori in modo da non provocare forme di abrasione nella superficie interna dei tubi. La velocità media di deflusso sarà compresa tra i valori di 0,7 e 2,5 m/s. La direzione dei lavori potrà procedere alla verifica della velocità di deflusso in relazione alla portata e pendenza della tubazione.

*Dimensionamento delle tubazioni di scarico per le acque reflue* – Il dimensionamento delle tubazioni sarà eseguito in base alla portata delle acque di scarico. Il diametro delle diramazioni dipenderà dalla portata delle acqua di scarico e dalla pendenza delle tubazioni. Il diametro delle colonne di scarico, sarà calcolato in relazione al numero degli apparecchi sanitari che scaricano su tutta la colonna e per ogni piano, all'altezza massima della colonna (compreso il tratto esalatore). Il diametro dei singoli collettori di scarico sarà calcolato in rapporto alla massima quantità di acqua che potrà essere convo- gliata ed alla loro pendenza tenendo in considerazione la natura del materiale impiegato.
*Dispositivi a chiusura idraulica* – Ogni apparecchio sanitario dovrà essere dotato di un efficace dispositivo a chiusura idraulica, inserito sullo scarico, ispezionabile e collegabile alla diramazione di ventilazione.
*Pozzetti d'ispezione* – L'appaltatore realizzerà le reti di scarico dotandole, conformemente agli elaborati di progetto, del numero richiesto di pozzetti di ispezione, le cui dimensioni dipenderanno dalla quota del piano di posa delle tubazioni. Il volume interno di ogni pozzetto sarà maggiore o uguale al volume della sezione interna della colonna di scarico.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Durante l'esecuzione dei lavori e comunque prima della definizione degli stessi, l'appaltatore sarà tenuto a fare effettua- re a sue spese, in fase di realizzazione, tutte le prove preliminari e le verifiche ritenute dalla D.L. più idonee al tipo di im- pianto concernenti la qualità dei materiali, la resistenza idraulica delle condutture, ecc.

L'esito positivo delle prove preliminari non solleverà l'appaltatore dalle sue responsabilità che cesseranno alla data del collaudo delle opere ed alla fine del periodo di garanzia prevista dalle vigenti leggi. Nel corso dell'esecuzione dei lavori la direzione dei lavori potrà verificare che i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelli pre- scritti e verificherà che l'esecuzione sia coerente con quanto previsto negli elaborati di progetto. Potrà, inoltre, verificare le giunzioni con gli apparecchi, il numero e la dislocazione dei supporti, degli elementi di dilatazione, ecc. Al termine dell'installazione la direzione dei lavori potrà verificare che le opere siano state eseguite a regola d'arte e che l'appaltatore sia in possesso delle certificazioni di conformità relative ai materiali utilizzati. Al termine dei lavori il direttore dei lavori raccoglierà in un fascicolo tutti i documenti più significativi (schemi dell'impianto, dettagli costruttivi, schede dei compo- nenti, ecc.) e tutte le istruzioni, rilasciate dai produttori dei singoli componenti e dall'installatore utili per le opere di manu- tenzione dell'impianto.

**Art.67 – Impianti di scarico delle acque meteoriche**

Si intende per impianto di scarico delle acque meteoriche l'insieme di tutti gli elementi di raccolta, convogliamento, stoccaggio e sollevamento e recapito (a collettori fognari, corsi d'acqua, sistemi di dispersione nel terreno). L'appaltatore realizzerà lo scarico delle acque meteoriche con condutture indipendenti dall'impianto adibito allo smaltimento delle acque reflue.

Il sistema dovrà essere conforme alle prescrizioni della pubblica autorità in particolare per quanto concerne le possibilità d'inquinamento. Gli impianti saranno funzionalmente suddivisi come segue:

- converse di convogliamento e canali di gronda
- punti di raccolta per lo scarico (bocchettoni, pozzetti, caditoie, ecc.)
- tubazioni di convogliamento tra i punti di raccolta ed i punti di smaltimento (pluviali e collettori)
- punti di smaltimento nei corpi ricettori (fognature, bacini, corsi d'acqua, ecc.).

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti proget- tuali, e qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto o a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni se- guenti. Vale inoltre quale prescrizione ulteriore cui fare riferimento la norma **UNI 9184**.

Per l'esecuzione degli impianti saranno valide le prescrizioni riportate per la realizzazione degli impianti di scarico delle acque reflue. I pluviali montati all'esterno dovranno essere installati in modo da lasciare libero uno spazio tra parete e tubo di 5 cm; i fissaggi dovranno essere realizzati in prossimità di ogni giunto e dovranno essere costituiti da materiale compa- tibili.

I bocchettoni e i sifoni dovranno avere lo stesso diametro delle tubazioni che immediatamente li seguono. Tutte le cadi- toie a pavimento dovranno essere del tipo sifonato. Ogni inserimento in un collettore orizzontale dovrà essere eseguito ad almeno metri 1,5 dal punto di innesto di un pluviale.

Per i pluviali ed i collettori installati nelle parti interne all'edificio (in- tercapedini di pareti, ecc.) dovranno essere prese tutte le precauzioni di installazione (fissaggi elastici, materiali coibenti acusticamente, ecc.) per limitare entro valori ammissibili i rumori trasmessi.

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO, COLLAUDO

Nel corso dell'esecuzione dei lavori la D.L. potrà effettuare le verifiche che riterrà più opportune al fine di accertare se i materiali impiegati e le tecniche di esecuzione siano effettivamente quelle prescritte e se esiste un certificato di conformità. Potrà anche fare eseguire delle prove di tenuta all'acqua come riportato nell'articolo relativo agli impianti di scarico acque reflue.

Al termine dei lavori la D.L. eseguirà una verifica finale dell'opera e si farà rilasciare dall'appaltatore una dichiarazione di conformità dell'opera alle prescrizioni del progetto, del presente disciplinare e di altre eventuali prescrizioni concordate.

Il direttore dei lavori raccoglierà in un fascicolo i documenti progettuali più significativi, la dichiarazione di conformità predetta le schede di prodotti e le istruzioni per la manutenzione.

**Art.62 – Barriere architettoniche**

La normativa inerente l'accessibilità degli edifici e spazi pubblici, conformemente al disposto dei "Piani di abbattimento delle barriere architettoniche" di cui all'art. 32 comma 21 della legge 41/86, fa riferimento alle seguenti leggi:

Legge 30 marzo 1971 n. 118 "Conversione in legge del decreto legge 30 gennaio 1971 n. 5".

D.P.R. 24 luglio 1996 n. 503 "Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici".

Il regolamento contenuto nel D.P.R. 503/96 prevede all'art. 1 comma 3 che gli edifici e spazi pubblici di nuova costru- zione, anche se di carattere temporaneo, e quelli esistenti qualora vengano sottoposti a ristrutturazione o ad altro tipo di intervento edilizio o a quelli soggetti a cambio di destinazione qualora questa sia finalizzata all'uso pubblico, debbano es- sere resi accessibili. Inoltre, secondo l'art. 2 comma 2, gli edifici, e le strutture costruite, modificate o adeguate tenendo conto delle norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche, devono esporre, ben visibile, il simbolo di "accessibili- tà".

L'appaltatore, oltre a realizzare le opere richieste al fine di adeguare la costruzione, sarà tenuto, conformemente a quanto disposto in progetto a realizzare un sistema di chiamata, posto in un luogo accessibile, atto consentire al cittadino con ri- dotta capacità motoria o sensoriale la fruizione del servizio erogato in quell'edificio. Il dispositivo di chiamata deve essere segnalato con il simbolo di "accessibilità condizionata" (D.P.R. 503/96 art. 2 comma 3).

La segnalazione, con relativo contrassegno, deve essere apposta anche in presenza, all'interno di un edificio, di apparec- chiature che consentano la comunicazione per i non udenti (D.P.R. 503/96 art. 2 comma 3, D.P.R. 503/96 art. 2 comma 4). Per le specifiche tecniche si farà riferimento a quelle contenute nel Decreto del Ministro dei Lavori Pubblici 14 giugno 1989, n. 236 "Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia re-

sidenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento delle barriere architettoniche" (D.P.R. 503/96 art. 1
comma 6).

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

Nel rispetto delle norme vigenti in tema di barriere architettoniche (collegio 104/92 art. 24 comma 4) sono previste san- zioni per il direttore dei lavori, il responsabile tecnico degli accertamenti per l'agibilità e l'abitabilità ed il collaudatore qualora vengano accertate inadempienze delle disposizioni vigenti in tema di eliminazione delle barriere architettoniche.

**Art.63 – Definizione delle controversie**

Tutte le controversie, di natura tecnica, amministrativa o giuridica, intervenute, sia durante l'esecuzione che al termine del contratto, tra l'amministrazione e l'appaltatore e derivanti dall'esecuzione del contratto, comprese quelle conseguenti al mancato raggiungimento dell'accordo bonario previsto dall'art. 2-bis comma 1 della legge 109/1994, sono deferite ad un collegio arbitrale secondo le procedure previste dall'art. 32 della legge 109/1994 nonché dall'art. 150 del regolamento ge- nerale ed agli articoli 33 e 34 del capitolato generale.

Il collegio arbitrale verrà costituito su richiesta di una delle parti, mediante lettera raccomandata all'altra parte, la quale dovrà provvedere alla nomina entro 20 giorni dal ricevimento della richiesta, trascorsi inutilmente i quali vi provvederà, su domanda della parte interessata, il Presidente del Tribunale.