IL PROGETTISTA:

IL RESPONSABILE
DEL PROCEDIMENTO:

STUDIO DI PROGETTAZIONE
CAMPAGNOLO LIVIO
INGEGNERE

via Meucci, 9
36042 Breganze (VI)
Tel. 0445/300244
Fax 0445/307329
e-mail info@studiocampagnolo.com

AI SENSI DEGLI ARTICOLI 9 E 99 DELLA LEGGE 633 DEL 22/04/1947 CI RISERVIAMO LA PROPRIETA' DI QUESTO DISEGNO CON DIVIETO DI RIPRODURLO E DI RENDERLO NOTO, ANCHE IN PARTE, A TERZI SENZA NOSTRA AUTORIZZAZIONE SCRITTA.

DATA: OTTOBRE 2016

PROVINCIA DI VICENZA

COMUNE DI ZANE'

MANUTENZIONE STRAORDINARIA PALAZZETTO DELLO SPORT I° Stralcio

-PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO-

DISCIPLINARE DESCRITTIVO

REGIONE VENETO

PROVINCIA DI VICENZA **COMUNE DI ZANÈ**

PALAZZETTO DELLO SPORT
MANUTENZIONE STRAORDINARIA

1° Stralcio dei lavori

DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE

1 - PREMESSA

Il presente fascicolo contiene le caratteristiche generali e particolari di apparecchiature, materiali e componenti vari previsti nel progetto delle opere di realizzazione dei lavori di manutenzione straordinaria del palazzetto dello sport del comune di Zanè (Vi) e completa le prescrizioni contenute nella Relazione Tecnica e le indicazioni riportate sui disegni di progetto. Si precisa che la Direzione dei Lavori approverà:

- i campioni e i disegni costruttivi presentati per quanto riguarda la loro conformità al progetto esecutivo, alle normative e alle caratteristiche tecnico-dimensionali dei materiali e delle apparecchiature.

La Direzione dei Lavori inoltre approverà pure i campioni per ciò che concerne:

- la tipologia
- il colore
- le finiture superficiali
- la compatibilità con le soluzioni architettoniche adottate.

A discrezione della Direzione dei Lavori tali campioni potranno essere richiesti a piè d'opera o in opera (inseriti in un contesto di finitura).

2 - QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI - MARCATURA "CE"

I materiali e le forniture da impiegare nelle opere da eseguire dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio, rispondenti alle norme del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 (Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE) sui prodotti da costruzione, possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti vigenti in materia ed inoltre corrispondere alla specifica normativa del presente capitolato speciale o degli altri atti contrattuali.

Dove non si preveda espressamente le caratteristiche per l'accettazione dei materiali a piè d'opera, o per le modalità di esecuzione delle lavorazioni, si stabilisce che, in caso di controversia, saranno osservate le norme U.N.I., le norme C.E.I., le norme C.N.R., le quali devono intendersi come requisiti minimi, al di sotto dei quali, e salvo accettazione, verrà applicata una adeguata riduzione del prezzo dell'elenco.

La Direzione dei Lavori ha la facoltà di richiedere la presentazione del campionario di quei materiali che riterrà opportuno, e che l'Appaltatore intende impiegare, prima che siano approvvigionati in cantiere.

In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori. Se la Direzione dei Lavori rifiuterà una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa dovrà sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute; i materiali rifiutati dovranno essere allontanati immediatamente dal cantiere a cura e spese della stessa Impresa. Nonostante l'accettazione dei materiali da parte della Direzione dei Lavori, l'Impresa resta totalmente responsabile della riuscita delle opere anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

Le opere saranno eseguite secondo un programma dei lavori presentato e disposto dall'Impresa, previa accettazione del Responsabile del Procedimento, o dalle disposizioni che saranno ordinate volta a volta dalla Direzione dei Lavori; resta invece di esclusiva competenza dell'Impresa la loro organizzazione per aumentare il rendimento della produzione lavorativa.

I materiali occorrenti per la costruzione delle varie opere proverranno da quelle località che l'Impresa riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, siano riconosciuti della migliore qualità della specie e rispondano ai requisiti appresso indicati. Le aziende produttrici di tutti i materiali dovranno essere altresì certificate secondo le norme internazionali di assicurazione di qualità ISO 9001/CEN 29001 o ISO 9002/CEN 29002; l'Appaltatore ha l'obbligo di presentare dette certificazioni a semplice richiesta della Direzione dei Lavori; in particolare i materiali dovranno garantire le seguenti caratteristiche:

1) - Acqua

L'acqua per gli impasti deve essere dolce, limpida, priva di sali in percentuali dannose (particolarmente solfati e cloruri), priva di materie terrose e non aggressiva. L'acqua, a discrezione della Direzione dei Lavori, in base al tipo di intervento o di uso, potrà essere trattata con speciali additivi, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti l'impasto. Sono da escludere acque assolutamente pure, piovane e di nevai, come pure le acque provenienti da scarichi e quelle salmastre, in quanto la loro composizione altererebbe la qualità

delle malte e dei conglomerati mettendo in crisi la durabilità degli stessi composti e la stabilità chimico-fisica e cromatica dei materiali costituenti il manufatto. È vietato l'impiego di acqua di mare.
L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma UNI EN 1008, come stabilito dalle Norme tecniche per le costruzioni emanate con D.M. 14 gennaio 2008.
A discrezione della Direzione dei Lavori, l'acqua potrà essere trattata con speciali additivi, in base al tipo di intervento o di uso, per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche al contatto con altri componenti d'impasto.
Per le puliture di materiali e di manufatti o parti di manufatti, dovrà farsi uso di acque assolutamente pure, prive di sali e calcari. In particolare, per la pulitura di manufatti a pasta porosa si dovranno utilizzare acque deionizzate ottenute tramite l'utilizzo di appositi filtri contenenti resine scambiatrici di ioni (acide RSO_3H e basiche RNH_3OH). Per ottenere acque sterili si dovranno adoperare procedure fisiche adeguate.

2) - Materiali riciclati provenienti da attività di recupero

Si considerano prodotti riciclati i materiali provenienti da attività di recupero e lavorazione di rifiuti speciali non pericolosi inerti derivanti dalle operazioni di costruzione e demolizione (C&D) o costituiti da materiali di scarto derivanti da processi artigianali/industriali e trasformati in materia prima secondaria mediante idonea operazione di recupero eseguita presso impianti allo scopo autorizzati ai sensi del Capo IV del DL_{gs} n. 152 del 3 aprile 2006 (Norme in materia ambientale). I materiali *provenienti da attività di costruzione o demolizione* sono prevalentemente costituiti da laterizi, murature, frammenti di conglomerati cementizi anche armati, rivestimenti e prodotti ceramici, scarti dell'industria di prefabbricazione di manufatti in calcestruzzo anche armato, frammenti di sovrastrutture stradali o ferroviarie, conglomerati bituminosi fresati a freddo, intonaci, allettamenti.
I materiali di scarto *provenienti da processi artigianali/industriali* sono prevalentemente costituiti da scorie di acciaieria, loppe d'altoforno, scarti del vetro e del cristallo, sabbie di fonderia, fanghi e polveri.
In generale, i materiali utilizzati devono essere qualificati in base ai seguenti vincoli normativi:

- prescrizioni tecniche cogenti per la qualificazione, classificazione e determinazione delle proprietà dei materiali;
- idoneità all'utilizzo e commercializzazione dei materiali secondo la direttiva del Consiglio del 21 dicembre 1988 relativa al ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative degli Stati membri concernenti i prodotti da costruzione (89/106/CEE), il Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE, relativa ai prodotti da costruzione approvato con decreto del Presidente della Repubblica del 21 aprile 1993, n. 246 ed i decreti ministeriali 11 aprile 2007 e 16 novembre 2009 (marcatura CE);
- prescrizioni applicabili di natura ambientale mutuate dalle norme tecniche riportate all'interno del decreto ministeriale 5 febbraio 1998 (Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22), della circolare del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio 15 luglio 2005, n.5205 (Indicazioni per l'operatività nel settore edile, stradale e ambientale, ai sensi del decreto ministeriale 8 maggio 2003, n. 203) e del DL_{gs} 152 del 3 aprile 2006 (Norme in materia ambientale).

Gli aggregati lapidei riciclati devono provenire da impianti per la produzione di materie prime secondarie per l'industria delle costruzioni edili e stradali, regolarmente autorizzati all'esercizio in conformità alla normativa vigente (DL_{gs} 152 del 3 aprile 2006).
I materiali da impiegare per i rilevati dovranno corrispondere, come caratteristiche, a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia e nei successivi punti descrittivi; in mancanza di particolari prescrizioni dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio e sul mercato. In ogni caso i materiali, prima della posa in opera, dovranno essere riconosciuti idonei ed accettati dalla Direzione dei Lavori. Malgrado l'accettazione dei materiali da parte della Direzione dei Lavori, l'appaltatore resta totalmente responsabile della buona riuscita delle opere, anche per quanto può dipendere dai materiali stessi. L'appaltatore sarà obbligato a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegare, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione e l'invio di campioni ai Laboratori fiduciari che verranno indicati dalla Direzione dei Lavori, nonché per le relative prove ed analisi.
La terra vegetale risultante dagli scavi potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate, se ordinato dalla Direzione dei Lavori mediante verbale di servizio scritto; è categoricamente vietata la messa in opera di tale terra per la costruzione dei rilevati.

3) - Ghiaia, pietrisco e sabbia

Le ghiaie, i pietrischi e le sabbie da impiegare nella formazione dei calcestruzzi dovranno corrispondere alle condizioni di accettazione considerato nelle norme di esecuzione delle opere in conglomerato semplice od armato di cui alle norme vigenti. Le ghiaie e i pietrischi dovranno essere costituiti da elementi omogenei derivanti da rocce resistenti il più possibile omogenee e non gelive; tra le ghiaie si escluderanno quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica, facilmente sfaldabili o rivestite da incrostazioni o gelive.
In linea di massima, per quanto concerne la dimensione degli elementi dei pietrischi e delle ghiaie nei calcestruzzi questi dovranno essere da 40 a 71 mm. (trattenuti dal crivello 40 U.N.I. e passanti da quello 71 U.N.I., n. 2334) per lavori correnti, da 40 a 60 mm. (trattenuti dal crivello 40 U.N.I. e passanti da quello da 60 U.N.I., n. 2334) per strutture portanti, da 25 a 40 mm. (trattenuti dal crivello 25 U.N.I. e passanti da quello 40 U.N.I., n. 2334) per strutture portanti di limitato spessore.
La sabbia da impiegarsi nelle murature o nei calcestruzzi dovrà, oltre ad essere definita con i criteri dell'allegato 1 del D.M. 3 giugno '68 e del D.M. 14 gennaio '08, essere assolutamente scevra da materie terrose, organiche, melmose o comunque dannose; deve essere lavata ad una o più riprese con acqua dolce, qualora ciò sia necessario, per eliminare materie nocive e sostanze eterogenee. L'accettabilità della sabbia dal punto di vista del contenuto in materie organiche verrà definita con i criteri indicati dal citato D.M. 3 giugno '68 e successive modifiche; in base a questo, la sabbia normale è una sabbia silicea, composita, a granuli tondeggianti, di origine naturale, la cui distribuzione granulometrica deve essere contenuta nel fuso granulometrico individuato dalla tabella seguente:

Designazione della tela	Luce netta (mm.)	Residuo cumulativo (% peso)
2,00 UNI 2331	2,00	0
1,70 UNI 2331	1,70	5
1,00 UNI 2331	1,00	33
0,50 UNI 2331	0,50	67
0,15 UNI 2331	0,15	88
0,08 UNI 2331	0,08	98

La granulometria degli aggregati litici per i conglomerati sarà prescritta dalla Direzione dei Lavori in base alla destinazione, al dosaggio ed alle condizioni della messa in opera dei calcestruzzi. L'Impresa dovrà garantire la costanza delle caratteristiche della granulometria per ogni lavoro.
Le ghiaie da impiegarsi per la formazione di sottofondi e massicciate dovranno essere costituite da elementi omogenei e da rocce, di tipo costante e di natura consimili tra loro, derivanti da detrito o tout-venant di cava e/o di frantoio oppure dalla spezzatura di rocce o calcari puri durissimi, appartenenti esclusivamente ai gruppi A_1, A_{2-3}, A_{2-4}, A_3, della classificazione UNI CNR n. 10006, aventi indici di gruppo uguale a 0, escludendosi quelle contenenti elementi di scarsa resistenza meccanica o sfaldabili facilmente o gelive o rivestite da incrostazioni. Il pietrisco, il

pietrischetto e la graniglia, a seconda dell'uso, dovranno provenire dalla spezzatura di rocce durissime, preferibilmente silicee, a struttura microcristallina, o calcari puri durissimi e di alta resistenza alla compressione, all'urto, all'abrasione, al gelo ed avranno spigolo vivo e dovranno essere scevri di materie terrose, sabbia o comunque materie eterogenee. Sono escluse in modo assoluto le rocce marnose.
Qualora la roccia provenga da cave nuove o non accreditate da esperienze specifiche di enti pubblici e che per natura e formazione non diano affidamento sulle sue caratteristiche, è necessario effettuare su campioni prelevati in cava, che siano significativi ai fini della coltivazione della cava, prove di compressione e di gelività. Quando non sia possibile ottenere il pietrisco da cave di roccia, potrà essere consentita l'utilizzazione di massi sparsi in campagna o ricavabili da scavi di terreni (tout-venant), nonché da ghiaie, ciottoloni o massi ricavabili da fiumi o torrenti sempreché siano provenienti da rocce di qualità idonea. I materiali suindicati, le sabbie e gli additivi, dovranno corrispondere alle norme di accettazione del fascicolo n. 4 ultima edizione, del Consiglio Nazionale delle Ricerche. Il detrito di cava o tout-venant di cava e/o di fiume dovrà essere non suscettibile all'azione dell'acqua (non solubile, ma plasticizzabile) ed avere un potere portante C.B.R. (rapporto portante californiano) di almeno 40 allo stato saturo. Dal punto di vista granulometrico si dovrà avere un assortimento in modo da realizzare una minima percentuale dei vuoti: di norma la dimensione massima degli aggregati non dovrà superare i 10 cm. per utilizzazione in strati inferiori di massicciate e di 6 cm. negli strati superiori o terminali.

4) - Argilla espansa

L'argilla espansa verrà ricavata agglomerando l'argilla con poca acqua e portando successivamente a cottura i granuli. Ogni elemento, a seguito della cottura, avrà colore bruno e forma rotondeggiante proveniente dalla agglomerazione e un diametro compreso tra gli 8 e i 15 mm. Le argille non dovranno presentare tracce di sostanze organiche, di polvere o di altri elementi estranei, non dovranno essere attaccabili da acidi e dovranno conservare caratteristiche di stabilità anche all'interno di un ampio *range* di variazioni di temperature; dovranno inoltre essere in grado di galleggiare sull'acqua senza assorbirla.
Le argille espanse saranno fornite sotto forma di granuli e potranno essere usate come inerti per il confezionamento di massetti, caldane e calcestruzzi leggeri. I granuli potranno anche essere sottoposti a processi di sinterizzazione in stabilimento per essere poi trasformati in blocchi leggeri, i quali potranno essere utilizzati per pareti isolanti. Sarà possibile comunque utilizzare argille espanse pre-trattate con resine a base siliconica in grado di conferire all'inerte la massima impermeabilità, evitando così fenomeni di assorbimento di quantità di acqua anche minime.

4) - Pomice

La pomice avrà provenienza vulcanica, sarà leggera e asciutta e si presenterà sottoforma di piccoli granuli. Non dovrà presentare tracce di sostanze organiche, di polveri o di altri elementi estranei.
Le pomici dovranno possedere la granulometria prescritta dagli elaborati di progetto.

5) - Pietre naturali e marmi

Le pietre naturali da impiegarsi dovranno corrispondere ai requisiti richiesti dalle norme in vigore e dovranno essere a grana compatta ed ognuna monda da cappellaccio, esenti da piani di sfaldamento, senza screpolature, peli, venature, interclusioni di sostanze estranee; dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego ed offrire una resistenza proporzionata all'entità della sollecitazione cui devono essere assoggettate. Saranno escluse le pietre alterabili all'azione di agenti atmosferici e dell'acqua corrente. I prodotti in pietra naturale o ricostruita devono rispondere alle seguenti prescrizioni:

- appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto oppure avere origine dal bacino di estrazione o zona geografica richiesta, nonché essere conformi a eventuali campioni di riferimento ed essere esenti da crepe, discontinuità, ecc., che riducono la resistenza o la funzione;
- avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento;
- avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze.

Delle seguenti ulteriori caratteristiche il fornitore dichiarerà i valori medi (e i valori minimi e/o la dispersione percentuale):

- massa volumica reale e apparente, misurata secondo la norma UNI EN1936;
- coefficiente dell'assorbimento d'acqua a pressione atmosferica, misurato secondo la norma UNI EN13755;
- resistenza a compressione uniassiale, misurata secondo la norma UNI EN1926;
- resistenza a flessione a momento costante, misurata secondo la norma UNI EN13161;
- resistenza all'abrasione, misurata secondo le disposizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234.

Per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale per murature, pavimentazioni, coperture, etc.), si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato e alle prescrizioni di progetto.
I valori dichiarati saranno accettati dalla Direzione dei Lavori anche in base ai criteri generali del presente disciplinate descrittivo prestazionale.

a) Pietre naturali
Le pietre naturali da impiegarsi nelle murature e per qualsiasi altro lavoro, dovranno essere a grana compatta e ripulite da cappellaccio, esenti da piani di sfaldamento, da screpolature, peli, venature e scevre di sostanze estranee; dovranno avere dimensioni adatte al particolare loro impiego, offrire una resistenza proporzionata all'entità della sollecitazione cui saranno soggette, e devono essere efficacemente aderenti alle malte. Saranno, pertanto, assolutamente escluse le pietre marnose e quelle alterabili all'azione degli agenti atmosferici e dell'acqua corrente.
Le pietre da taglio oltre a possedere i requisiti ed i caratteri generali sopra indicati, dovranno avere struttura uniforme, essere prive di fenditure, cavità e litoclasi, essere sonore alla percussione e di perfetta lavorabilità. Il tufo dovrà essere di struttura litoide, compatto ed uniforme, escludendo quello pomicioso e facilmente friabile. L'ardesia in lastre per la copertura dovrà essere di prima scelta e di spessore uniforme; le lastre dovranno essere sonore, di superficie piuttosto rugosa, ed esenti da inclusioni e venature.
Per gli altri termini usati per definire il prodotto in base alle norme, dimensioni, tecniche di lavorazione e alla conformazione geometrica, vale quanto riportato nella norma UNI EN 12670.

b) Pietra da taglio
La pietra da taglio è una roccia da costruzione e/o da decorazione, di norma non lucidabile. A questa categoria appartengono rocce di composizione mineralogica svariatissima, non inseribili in alcuna classificazione. Esse sono riconducibili a uno dei due gruppi seguenti:

- rocce tenere e/o poco compatte;
- rocce dure e/o compatte.

La pietra da taglio da impiegare nelle costruzioni dovrà presentare la forma e le dimensioni di progetto, ed essere lavorata, secondo le prescrizioni che verranno impartite dalla Direzione dei Lavori all'atto dell'esecuzione, nei seguenti modi a grana:

- grossa, se lavorata semplicemente con la punta grossa senza fare uso della martellina per lavorare le facce viste, né dello scalpello per ricavarne spigoli netti;
- ordinaria, se le facce viste saranno lavorate con la martellina a denti larghi;
- mezza fina, se le facce predette saranno lavorate con la martellina a denti mezzani;

- fina, se le facce predette saranno lavorate con la martellina 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 il giunto fra concio e concio non superi la larghezza di 5 mm. per la pietra a grana ordinaria e di 3 mm. per le altre.
Qualunque sia il genere di lavorazione delle facce viste, i letti di posa e le facce di congiunzione dovranno essere ridotti a perfetto piano e lavorati 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'Impresa dovrà sostituirla immediatamente, anche se le scheggiature o gli ammacchi si verificassero dopo il momento della posa in opera fino al momento del collaudo.

c) Marmi
Il marmo è una roccia cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da calcari cristallini metamorfici, i calcari e le brecce calcaree lucidabili, gli alabastri calcarei, le serpentine e le oficalci; la durezza Mohs varia da 3 a 4 (quali calcite, dolomite, serpentino). A questa categoria appartengono:

- i marmi propriamente detti (calcari metamorfici ricristallizzati), i calcefiri e i cipollini;
- i calcari, le dolomie e le brecce calcaree lucidabili;
- gli alabastri calcarei;
- le serpentiniti;
- le oficalciti

I marmi dovranno essere della migliore qualità, perfettamente sani, senza scaglie, brecce, vene, spaccature, nodi, peli o altri difetti che ne infirmino l'omogeneità e la solidità. Non saranno tollerate stuccature, tasselli, rotture, scheggiature. I marmi colorati devono presentare in tutti i pezzi le precise tinte e venature caratteristiche della specie prescelta. Le opere in marmo dovranno avere quella perfetta lavorazione che è richiesta dall'opera stessa, con 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. Potranno essere richiesti, quando la loro venatura si presti, con la superficie vista a spartito geometrico, a macchina aperta, a libro o comunque ciocata.

d) Granito
Il granito è una roccia a struttura cristallina ben visibile, con superficie compatta e lucidabile su cui spiccano minerali policromi di una certa durezza. Alla categoria appartengono materiali litoidi che si differenziano per colore, struttura e associazioni minerali: rocce magmatiche intrusive (graniti veri e propri, dioriti, sienite, gabbri, etc.), rocce magmatiche effusive a struttura porfirica e rocce derivate da un medio e alto grado di metamorfismo come gli gneiss. Roccia fanero-cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 6 a 7 (quali quarzo, feldspati, felspatoidi). A questa categoria appartengono:

- i graniti propriamente detti (rocce magmatiche intrusive acide fanero-cristalline costituite da quarzo, feldspati sodico-potassici e miche);
- altre rocce magmatiche intrusive (dioriti, granodioriti, sieniti, gabbri, etc.);
- le corrispettive rocce magmatiche effusive, a struttura porfirica;
- alcune rocce metamorfiche di analoga composizione, come gneiss e serizzi.

e) Porfido
Il porfido è una roccia di pasta finemente cristallina e vetrosa con inclusi grossi cristalli di feldspato, presentano una tessitura granulare e risultano lucidabili. Hanno un colore discretamente variabile, biancastro, grigio, bruno, giallastro, verde o rosso antico, sono più duri del granito pertanto la loro lavorazione è difficile e costosa.

f) Tufo
Il tufo è una roccia vulcanica piroclastica prodotta da una attività vulcanica di tipo esplosivo e i componenti, generalmente di natura silicea, sono più o meno cementati tra loro per lo stato semifluido in cui si trovavano al momento dell'eruzione. Ad essi appartengono varietà incoerenti come la pozzolana, impiegata nella fabbricazione di malte idrauliche, o più compatte come il peperino e il tufo napoletano. L'assetto poroso e a volte friabile dei tufi determina una scarsa resistenza alla compressione, compensata però dalla facilità di taglio e dal basso peso specifico che ne consente l'impiego nelle murature delle strutture edilizie in elevazione.

g) Arenaria
L'arenaria è una roccia clastica, prodotta dall'alterazione chimica e dalla disgregazione meccanica di rocce preesistenti; i detriti più o meno grossolani sono trasportati per trascinamento, soprattutto ad opera delle acque correnti, fino all'ambiente di deposito sedimentario, che può essere marino o continentale. Sono rocce non lucidabili e vengono utilizzate come pietra da taglio; la disponibilità in blocchi di grandi dimensioni e la grana fine permettono di ottenerne colonne, pilastri, capitelli con decorazioni a rilievo ed anche grandi sculture ornamentali e di sostegno. Alcune varietà di arenaria sono gelive, cioè tendono a sgretolarsi per l'azione del gelo e disgelo a causa della elevata porosità e della presenza di microfessure che favoriscono l'imbibizione. Il colore dell'arenaria muta anche all'interno di una stessa formazione; la tinta predominante è il grigio che tende al giallognolo e al rossastro o prende sfumature turchine per la presenza di ossidi e di solfuri di ferro finemente diffusi nella massa rocciosa.

h) Travertino
Il travertino è una roccia calcarea sedimentaria di deposito chimico con caratteristica strutturale vacuolare, da decorazione e da costruzione; alcune varietà sono lucidabili.

6) - Pietre artificiali

La pietra artificiale, ad imitazione della pietra naturale, sarà costituita da conglomerato cementizio, formato con cementi adatti, sabbia silicea, ghiaino scelto sottile lavato, e graniglia della stessa pietra naturale che s'intende imitare. Il conglomerato così formato sarà gettato entro apposite casseforme, costipandolo poi mediante battitura a mano o pressione meccanica.
Il nucleo sarà dosato con almeno 3,5 q.li di cemento Portland per ogni m^3 di impasto e con almeno 4 q.li 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 di 2 cm. almeno, da impasto più ricco formato da cemento bianco, graniglia di marmo, terre colorate e polvere della pietra naturale che si deve imitare. Le stesse superfici saranno lavorate, dopo completo indurimento, in modo da presentare struttura identica per apparenza della grana, tinta e lavorazione, alla pietra naturale imitata. Inoltre la parte superficiale sarà gettata con dimensioni sovrabbondanti rispetto a quelle definitive; queste ultime saranno poi ricavate asportando materia per mezzo di utensili da scalpellino, essendo vietate in modo assoluto le stuccature, le tassellature ed in generale le aggiunte del materiale.
I getti saranno opportunamente armati con tondini di ferro e lo schema dell'armatura dovrà essere preventivamente approvato dalla Direzione dei Lavori.
Per la posa in opera dei getti sopra descritti valgono le stesse prescrizioni indicate per i marmi.
La dosatura e la stagionatura degli elementi di pietra artificiale devono essere tali che il conglomerato soddisfi le seguenti condizioni:

inalterabilità agli agenti atmosferici;
resistenza alla rottura per schiacciamento superiore a 300 kg/cm² dopo 28 giorni;
le sostanze coloranti adoperate nella miscela non dovranno agire chimicamente sui cementi sia con azione immediata, sia con azione lenta e differita; non conterranno quindi né acidi, né anilina, né gesso; non daranno aumento di volume durante la presa né successiva sfioritura e saranno resistenti alla luce.
La pietra artificiale, da gettare sul posto come paramento di ossature grezze, sarà formata da rinzaffo ed arricciature in malta cementizia, e successivo strato di malta di cemento, con colori e graniglia della stessa pietra naturale da imitare.
Quando tale strato deve essere sagomato per formare 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, terse e lavate abbondantemente dopo profonde incisioni dei giunti con apposito ferro.
Le facce viste saranno ricavate dallo strato esterno a graniglia, mediante i soli utensili di scalpellino o marmista, vietandosi in modo assoluto ogni opera di stuccatura, riportati, etc.

7) - Calci aeree

Le calci aeree dovranno rispondere ai requisiti di accettazione vigenti al momento dell'esecuzione dei lavori. In base alla legge 16 novembre 1939, n. 2231, "Norme per l'accettazione delle calci", capo I, le calci aeree si dividono in:

- calce grassa in zolle, di colore pressoché bianco, è il prodotto della cottura di calcari di adatta composizione morfologica e chimica;
- calce magra in zolle è il prodotto della cottura di calcari a morfologia e composizione chimica tali da non dare calci che raggiungano i requisiti richiesti per le calci di cui alla lettera a);
- calce idrata in polvere è il prodotto dello spegnimento completo delle calci predette, fatto dallo stabilimento produttore in modo da ottenerla in polvere fina e secca.

Si dicono calci aeree magnesiache quelle contenenti più del 20% di M_gO.
Per le calci aeree devono essere soddisfatte le seguenti limitazioni, nelle quali le quantità sono espresse percentualmente in peso:

CALCI AEREE		Contenuto in $C_aO + M_gO$	Contenuto in umidità	Contenuto in carboni e impurità
Calce grassa in zolle		94%		
Calce magra in zolle		94%		
Calce idrata in polvere	Fiore di calce	91%	3%	6%
	Calce idrata da costruzione	82%	3%	6%

e devono rispondere ai seguenti requisiti fisico-meccanici:

CALCI AEREE	Rendimento in grassello	Residuo al vaglio da 900 maglie /cm²	Residuo al vaglio da 4900 maglie/cm²	Prova di stabilità di volume
Calce grassa in zolle	2,5 m³/tonn.			
Calce magra in zolle	1,5 m³/tonn.			
Calce idrata in polvere	fiore di calce	1%	5%	sì
	calce da costruzione	2%	15%	sì

La *calce grassa* in zolle dovrà provenire da calcari puri, essere recente, perfetta e di cottura uniforme, non bruciata né vitrea né lenta ad idratarsi. Infine sarà di qualità tale che, mescolata con la sola quantità di acqua dolce necessaria alla estinzione, si trasformi completamente in una pasta soda a grassello tenuissimo, senza lasciare residui maggiori del 5% dovuti a parti non bene decarburate, silicose od altrimenti inerti.
La *calce viva* in zolle al momento dell'estinzione dovrà essere perfettamente anidra; non sarà usata quella ridotta in polvere o sfiorita: si dovrà quindi preparare la calce viva nella quantità necessaria e conservarla in luoghi asciutti ed al riparo dall'umidità.
Dopo l'estinzione la calce dovrà conservarsi in apposite vasche impermeabili rivestite di tavole o di muratura, mantenendola coperta con uno strato di sabbia. La calce grassa destinata agli intonaci dovrà essere spenta almeno sei mesi prima dell'impiego; quella destinata alle murature da almeno 15 giorni. L'estinzione delle calci aeree in zolle sarà eseguita a bagnolo o con altro sistema idoneo, ma mai a getto.

8) - Calci idrauliche

Le calci idrauliche si dividono in:

- calce idraulica in zolle: prodotto della cottura di calcari argillosi di natura tale che il prodotto cotto risulti di facile spegnimento;
- calce idraulica e calce eminentemente idraulica naturale o artificiale in polvere: prodotti ottenuti con la cottura di marne naturali oppure di mescolanze intime ed omogenee di calcare e di materie argillose, e successivi spegnimento, macinazione e stagionatura;
- calce idraulica artificiale pozzolanica: miscela omogenea ottenuta dalla macinazione di pozzolana e calce aerea idratata;
- calce idraulica siderurgica: miscela omogenea ottenuta dalla macinazione di loppa basica di alto forno granulata e di calce aerea idratata.

L'uso della calce idrata dovrà essere preventivamente autorizzato dalla Direzione dei Lavori. Per le calci idrauliche devono essere soddisfatte le seguenti limitazioni:

CALCI IDRAULICHE	Perdita al fuoco	Contenuto in M_gO	Contenuto in carbonati	Rapporto di costituzione	Contenuto in M_nO	Residuo insolubile
Calce idraulica naturale in zolle	10%	5%	10%			
Calce idraulica naturale o artificiale in polvere		5%	10%			
Calce eminentemente idraulica naturale o artificiale in polvere		5%	10%			
Calce idraulica artificiale pozzolanica in polvere		5%	10%	1,5%		
Calce idraulica artificiale siderurgica in polvere	5%	5%			5%	2,5%

Devono inoltre essere soddisfatti i seguenti requisiti fisico-meccanici:

CALCI IDRAULICHE IN POLVERE	Resistenze meccaniche su malta normale battuta 1:3 tolleranza del 10%		Prova di stabilità del volume
	Resistenza a trazione dopo 28 giorni di stagionatura	Resistenza a compressione dopo 28 giorni di stagionatura	
Calce idraulica naturale o artificiale in polvere	5 Kg/cm²	10 Kg/cm²	sì
Calce eminentemente idraulica naturale o artificiale	10 Kg/cm²	100 Kg/cm²	sì
Calce idraulica artificiale pozzolanica	10 Kg/cm²	100 Kg/cm²	sì
Calce idraulica artificiale siderurgica	10 Kg/cm²	100 Kg/cm²	sì

È ammesso un contenuto di M_gO superiore ai limiti purché rispondano alla prova di espansione in autoclave. Tutte le calci idrauliche in polvere devono:

- lasciare sul setaccio da 900 maglie/cm² un residuo percentuale in peso inferiore al 2% e sul setaccio da 4900 maglie/ cm² un residuo inferiore al 20%;
- iniziare la presa fra le 2 e le 6 ore dal principio dell'impasto e averla già compiuta dalle 8 alle 48 ore del medesimo;
- essere di composizione omogenea, costante, e di buona stagionatura.
- Dall'inizio dell'impasto i tempi di presa devono essere i seguenti:
- inizio presa: non prima di un'ora;
- termine presa: non dopo 48 ore.

9) - Cementi

I cementi, da impiegare in qualsiasi lavoro dovranno rispondere, per composizione, finezza di macinazione, qualità, presa, resistenza ed altro, alle norme di accettazione di cui alla legge 26 maggio 1965 n. 595 e al D.M. 31 agosto 1972, e successive modifiche ed integrazioni. Per quanto riguarda composizione, specificazione e criteri di conformità per i cementi comuni, si farà riferimento a quanto previsto dal D.M. 19 settembre 1993 che recepisce le norme unificate europee con le norme UNI ENV 197. Ai sensi della legge 26 maggio 1965 n. 595, e successive modifiche, i cementi si dividono in:

a) Cemento portland
È un prodotto ottenuto per macinazioni di clinker (consistente essenzialmente in silicati idraulici di calcio), con aggiunta di gesso o anidrite dosata nella quantità necessaria per regolarizzare il processo di idratazione.

b) Cemento pozzolanico
Miscela omogenea ottenuta con la macinazione di clinker portland e di pozzolana o di altro materiale a comportamento pozzolanico, con la quantità di gesso o anidrite necessaria a regolarizzare il processo di idratazione;

c) Cemento d'alto forno
Miscela omogenea ottenuta con la macinazione di clinker portland e di loppa basica granulata di alto forno, con la quantità di gesso o anidrite necessaria per regolarizzare il processo di idratazione.

d) Cemento alluminoso
È un prodotto ottenuto con la macinazione di clinker costituito essenzialmente da alluminati idraulici di calcio.

e) Cementi per sbarramenti di ritenuta
È un cementi normale, di cui alla lettera a), i quali abbiano i particolari valori minimi di resistenza alla compressione fissati con decreto ministeriale e la cui costruzione è soggetta al regolamento approvato con D.P.R. 1° novembre 1959, n. 1363;

f) Agglomeranti cementizi
Per agglomeranti cementizi si intendono i leganti idraulici che presentano resistenze fisiche inferiori o requisiti chimici diversi da quelli che verranno stabiliti per i cementi normali; essi si dividono in agglomerati cementizi:

- a lenta presa;
- a rapida presa.

Gli agglomerati cementizi in polvere non devono lasciare, sullo staccio formato con tela metallica unificata avente apertura di maglie 0,18 (0,18 UNI 2331), un residuo superiore al 2%; i cementi normali ed alluminosi non devono lasciare un residuo superiore al 10% sullo staccio formato con tela metallica unificata avente apertura di maglia 0,09 (0,09 UNI 2331). In base all'art. 5 del R.D. n. 2229 del 16 novembre 1939 il cemento deve essere esclusivamente a lenta presa e rispondere ai requisiti di accettazione prescritti nelle norme per i leganti idraulici in vigore all'inizio della costruzione. Per lavori speciali il cemento può essere assoggettato a prove supplementari. Il costruttore ha l'obbligo della buona conservazione del cemento che non debba impiegarsi immediatamente nei lavori, curando tra l'altro che i locali, nei quali esso viene depositato, siano asciutti e ben ventilati. L'impiego di cemento giacente da lungo tempo in cantiere deve essere autorizzato dal Direttore dei Lavori sotto la sua responsabilità. L'art. 9 dello stesso decreto prescrive che la dosatura di cemento per getti armati deve essere non inferiore a 300 kg. per m³ di miscuglio secco di materia inerte (sabbia e ghiaia o pietrisco); per il cemento alluminoso la dosatura minima può essere di 250 kg. per m³.
In ogni caso occorre proporzionare il miscuglio di cemento e materie inerti in modo da ottenere la massima compattezza.
Il preventivo controllo si deve di regola eseguire con analisi granulometrica o con misura diretta dei vuoti mediante acqua o con prove preliminari su travetti o su cubi. I cementi normali e per sbarramenti di ritenuta, utilizzati per confezionare il conglomerato cementizio normale, armato e precompresso, devono essere previamente controllati e certificati secondo procedure di cui al regolamento C.N.R. - I.C.I.T.E. del "Servizio di controllo e certificazione dei cementi", allegato al decreto 9 marzo 1988 n. 126 (rapporto n. 720314/265 del 14 marzo 1972).
I cementi indicati nella legge 26 maggio 1965, n. 595, saggiati su malta normale, secondo le prescrizioni e le modalità indicate nel successivo art. 10, debbono avere i seguenti limiti minimi di resistenza meccanica, con tolleranza del 5%:

CEMENTI	Resistenza a flessione (Kg/cm²):				Resistenza a compressione (Kg/cm²):				
	Dopo 24 ore	Dopo 3 giorni	Dopo 7 giorni	Dopo 28 giorni	Dopo 24 ore	Dopo 3 giorni	Dopo 7 giorni	Dopo 28 giorni	Dopo 90 giorni
Normale	-	-	40	60	-	-	175	325	-
Ad alta resistenza	-	40	60	70	-	175	325	425	-
Ad alta resistenza e rapido indurimento	40	60	-	80	175	325	-	525	-
Alluminoso	175	60	-	80	175	325	-	525	-
Per sbarramenti di ritenuta	-	-	-	-	-	-	-	225	350

I cementi devono soddisfare i seguenti requisiti nei quali le quantità sono espresse percentualmente in peso:

CEMENTI		perdita al fuoco	residuo insolubile	saggio di pozzolanicità
Cemento Portland	Normale	< 5	< 3	---
	Ad alta resistenza	<5	< 3	---
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 5	< 3	---
Cemento Pozzolanico	Normale	< 7	< 16	risultato positivo
	Ad alta resistenza	< 7	< 16	risultato positivo
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 7	< 16	risultato positivo
Cemento d'altoforno	Normale	< 5	< 3	---
	Ad alta resistenza	< 5	< 3	---
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 5	< 3	---
Cemento alluminoso	Normale	< 5	< 3	---
	Ad alta resistenza	< 5	< 3	---
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 5	< 3	---
Agglomerato cementizio		---	---	---

I cementi devono, inoltre, soddisfare i seguenti requisiti nei quali le quantità sono espresse percentualmente in peso:

CEMENTI		contenuto di SO_3	contenuto di MgO	contenuto di zolfo da solfuri	contenuto di Al_2O_3
Portland	Normale	< 3,5	< 4	---	---
	Ad alta resistenza	< 4	< 4	---	---
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 4	< 4	---	---
Pozzolanico	Normale	< 3,5	< 3*	---	---
	Ad alta resistenza	< 4	< 3*	---	---
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 4	< 3*	---	---
D'altoforno	Normale	< 3,5	< 7**	< 2	---
	Ad alta resistenza	< 4	< 7**	< 2	---
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 4	< 7**	< 2	---
Cemento alluminoso	Normale	< 3	< 3	< 2	< 35
	Ad alta resistenza	< 3	< 3	< 2	< 35
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 3	< 3	< 2	< 35
Agglomerato cementizio		< 3,5	< 4	---	---

[*] Solubile in HC_l

[**] È ammesso per il cemento d'alto forno anche un contenuto di M_gO superiore al 7%, purché detto cemento risponda alla prova di indeformabilità in autoclave (v. art. 4, comma 2°). Il clinker di cemento portland impiegato deve naturalmente corrispondere come composizione a quella definita per il cemento Portland.

I cementi d'altoforno contenenti più del 7% di M_gO non debbono dare alla prova di espansione in autoclave una dilatazione superiore a 0,50%. Dall'inizio dell'impasto i tempi di presa debbono essere i seguenti:

	INIZIO PRESA	TERMINE PRESA
Cementi normali e ad alta resistenza	non prima di 30 minuti	non dopo 12 ore
Cemento alluminoso	non prima di 30 minuti	non dopo 10 ore
Cementi per sbarramenti di ritenuta	non prima di 45 minuti	non dopo 12 ore
Agglomerati cementizi a lenta presa	non prima di 45 minuti	non dopo 12 ore
Agglomerati cementizi a rapida presa	almeno un minuto	al più 30 minuti

Il D.M. 13 settembre 1993 fissa la corrispondenza tra le denominazioni dei cementi di cui alla norma UNI-ENV 197/1 e quelli indicati nelle norme italiane previgenti.

ENV 197/1	Norme italiane (art. 2, legge n. 595/1965 e D.M. attuativi)
Cemento Portland (CEM I)	Cemento Portland
Cementi Portland compositi	
Cemento d'altoforno (CEM III/A; CEM III/B; CEM III/C)	Cemento d'altoforno
Cemento Portland composito (CEM II/B-S)	
Cemento pozzolanico (CEM IV/A;CEM IV/B)	Cemento pozzolanico
Cemento Portland alla pozzolana (CEM II/B-P; CEM II/B-Q)	
Cemento Portland alle ceneri volanti (CEM II/B-V; CEM II/B-W)	
Cemento Portland allo scisto calcinato (CEM II/B-T)	
Cemento Portland composito (CEM II/B-M)	Cemento d'altoforno [*] - Cemento pozzolanico [*] Cemento Portland [*]
Cemento composito (CEM V/A; CEM V/B)	Cemento d'altoforno [*] - Cemento pozzolanico [*]

[*] In funzione della composizione del cemento.

Tali cementi devono riportare le indicazioni dei limiti minimi di resistenza a compressione a 28 giorni di cui all'art. 1 del D.M. 3 giugno 1968. I cementi, gli agglomeranti cementizi e le calci idrauliche in polvere debbono essere forniti o:

- in sacchi sigillati;
- in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione;
- alla rinfusa.

Se i leganti idraulici sono forniti in sacchi sigillati essi dovranno essere del peso di 50 chilogrammi chiusi con legame munito di sigillo; lo stesso deve portare impresso in modo indelebile il nome della ditta fabbricante e del relativo stabilimento nonché la specie del legante. Deve essere inoltre fissato al sacco, a mezzo del sigillo, un cartellino resistente sul quale saranno indicati con caratteri a stampa chiari e indelebili:

- la qualità del legante;
- lo stabilimento produttore;
- la quantità d'acqua per la malta normale;
- le resistenze minime a trazione e a compressione dopo 28 giorni di stagionatura dei provini.

Se i leganti sono forniti in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione, le indicazioni di cui sopra debbono essere stampate a grandi caratteri sugli imballaggi stessi.

I sacchi debbono essere in perfetto stato di conservazione; se l'imballaggio fosse comunque manomesso o il prodotto avariato, la merce può essere rifiutata.
Se i leganti sono forniti alla rinfusa, la provenienza e la qualità degli stessi dovranno essere dichiarate con documenti di accompagnamento della merce.
Le calci idrauliche naturali, in zolle, quando non possono essere caricate per la spedizione subito dopo l'estrazione dai forni, debbono essere conservate in locali chiusi o in sili al riparo degli agenti atmosferici. Il trasporto in cantiere deve eseguirsi al riparo dalla pioggia o dall'umidità.

10) - Pozzolane

Le pozzolane saranno ricavate da strati depurati da cappellaccio ed esenti da sostanze eterogenee o di parti inerti: qualunque sia la provenienza dovranno rispondere a tutti i requisiti prescritti dal R.D. 16 novembre 1939, n. 2230 e successive modifiche ed integrazioni. Agli effetti del suddetto decreto si intendono per pozzolane tutti quei materiali di origine vulcanica che impastati intimamente con calce danno malte capaci di far presa e di indurire anche sott'acqua e che presentano un residuo non superiore al 40% ad un attacco acido basico. Si considerano materiali a comportamento pozzolanico tutti quelli che, pur non essendo di origine vulcanica, rispondono alle condizioni della precedente definizione.
Agli effetti delle presenti norme si dividono in pozzolane energiche e pozzolane di debole energia.
Le pozzolane ed i materiali a comportamento pozzolanico devono dar luogo alle seguenti resistenze con la tolleranza del 10%.

	Resistenza a trazione (su malta normale) dopo 28 gg.:	Resistenza a pressione (su malta normale) dopo 28 gg.:	Composizione della malta normale
POZZOLANE ENERGICHE	5 Kg/cm²	25 Kg/cm²	- tre parti in peso del materiale da provare - una parte in peso di calce normale Dopo 7 giorni di stagionatura in ambiente umido non deve lasciare penetrare più di mm. 7 l'ago di Vicat del peso di kg. 1 lasciato cadere una sola volta dall'altezza di 30 mm.
POZZOLANE DI DEBOLE ENERGIA	3 Kg/cm²	12 Kg/cm²	- tre parti in peso di pozzolana - una parte in peso di calce normale Dopo 7 giorni di stagionatura in ambiente umido non deve lasciare penetrare più di mm. 10 l'ago di Vicat del peso di kg. 1 lasciato cadere una sola volta dall'altezza di 30 mm.

La pozzolana ed i materiali a comportamento pozzolanico devono essere scevri da sostanze eterogenee. La dimensione dei grani della pozzolana e dei materiali a comportamento pozzolanico non deve superare 5 mm.

11) - Gesso

I gessi dovranno essere prodotti a partire da procedimenti di cottura di fresca data, per frantumazione, cottura e macinazione di roccia sedimentaria, di struttura cristallina, macrocristallina oppure fine, il cui costituente essenziale è il solfato di calcio biidrato ($CaSO_4$, $2H_2O$). Dovranno risultare finemente macinati, in modo da non presentare residui sul setaccio da 56 maglie a centimetro quadrato. Essi dovranno presentarsi asciutti e privi di residui inopportuni, privi di parti alteratesi a causa di procedimenti di estinzione spontanea.
Lo stoccaggio dei gessi dovrà avvenire in luoghi coperti e riparati dall'umidità, su bancali di legno, dentro sacchi sigillati sui quali saranno riportate indicazioni relative al produttore e alla qualità del materiale in essi contenuto. I gessi per l'edilizia sono classificati in base all'impiego che dovrà farsene nelle lavorazioni (per esempio per muri, intonaci, pavimenti); il gesso non dovrà mai essere utilizzato né in ambienti umidi né in ambienti con temperature superiori ai 110°C; non dovranno inoltre essere impiegati a contatto con leghe di ferro.
Le loro caratteristiche fisiche (granulometria, resistenze, tempi di presa) e chimiche (tenore solfato di calcio, tenore di acqua di costituzione, contenuto di impurità) sono regolate dalla norma UNI 6782 e UNI 5371 - Pietra da gesso per la fabbricazione di leganti. Classificazione, prescrizioni e prove.
Il gesso deve essere fornito in sacchi sigillati di idoneo materiale, riportanti il nominativo del produttore e la qualità del gesso contenuto. La conservazione dei sacchi di gesso deve essere effettuata in locali idonei e con tutti gli accorgimenti atti a evitare degradazioni per umidità.

12) - Leganti sintetici

a) Generalità
Le resine sono polimeri ottenuti partendo da molecole di composti organici semplici. In qualsiasi intervento di manutenzione sarà fatto divieto utilizzare prodotti di sintesi chimica senza preventive analisi di laboratorio, prove applicative, schede tecniche e garanzie da parte delle ditte produttrici. I polimeri organici possono essere disponibili sotto varie forme:

- leganti sia per incollaggi (adesivi strutturali), stuccature, iniezioni e sigillature di quadri fessurativi, sia sotto forma di resine emulsionabili in acqua per pitture ed intonaci che presentano un baso grado di assorbimento dell'acqua liquida ed una elevata durabilità;
- additivi per malte e pitture al fine di migliore l'idrorepellenza, la velocità d' indurimento e le caratteristiche fisico-chimiche dell'impasto ovvero della pittura;
- impregnanti consolidanti per materiali lapidei quali pietre naturali, laterizi, stucchi, c.l.s., etc.;
- impregnanti idrorepellenti per materiali lapidei quali pietre naturali, laterizi, stucchi, c.l.s., etc., capaci di costituire una efficace barriera contro l'acqua;
- impregnanti idro ed oleorepellenti per il trattamento di materiali porosi particolarmente esposti agli agenti inquinanti atmosferici.

Le caratteristiche meccaniche, le modalità applicative e gli accorgimenti antinfortunistici dei leganti sintetici sono regolati dalle norme UNICHIM. Mentre le analisi di laboratorio relative alle indagini preliminari per la scelta dei materiali saranno quelle stabilite dalle indicazioni fornite dalle raccomandazioni NorMaL. La loro applicazione dovrà sempre essere eseguita da personale specializzato nel rispetto della normativa sulla sicurezza degli operatori/applicatori.

b) Resine acriliche
Prodotti termoplastici (molecole a catena lineare); si otterranno polimerizzando gli acidi acrilico, metacrilico e loro derivati. Questa classe di resine, nella maggior parte dei casi solubili in idonei solventi organici, presenterà buona resistenza all'invecchiamento, alla luce, agli agenti chimici dell'inquinamento, ma dimostrerà scarsa capacità di penetrazione tanto, che potrà risultare difficile raggiungere profondità superiori a 0,5÷1 cm. (con i solventi alifatici clorurati si potranno ottenere risultati migliori per veicolare la resina più in profondità). Possiedono in genere buona idrorepellenza che tenderà però, a decadere nel tempo; se il contatto con l'acqua si protrarrà per tempi superiori alle 90 ore, tenderanno, inoltre, a dilatarsi. I prodotti acrilici sono, di norma commercializzati solidi in polveri, granuli o scaglie, in emulsione acquosa in soluzione di solventi.
Le resine acriliche come del resto le emulsioni acriliche pure (ovvero al 100%) potranno essere utilizzate in dispersione acquosa (ovvero un miscuglio eterogeneo contenente una percentuale variabile di resina acrilica o di emulsione acrilica pura) sia come legante per pigmenti naturali

e/o sintetici in polvere, sia come additivo per malte da sigillatura o iniezione (se non diversamente specificato per un impasto di calce ed inerti in rapporto di 1:3 si aggiungerà 5÷10% di emulsione acrilica) conferendo a questi impasti un più veloce indurimento in superficie, un miglioramento delle caratteristiche fisico-chimiche (tenacità, durezza, resistenza nel tempo ed agli agenti chimici, resistenza all'abrasione, alla trazione, alla compressione, alla flessione, all'impatto ed agli effetti del gelo) e un netto aumento di adesività su materiali quali laterizio, legno e cemento.

c) Resine epossidiche

Prodotti termoindurenti (molecole tridimensionali); si otterranno dalla formazione di catene con due tipi di molecole con una gamma illimitata di variazioni possibili (questa caratteristica fa si che non esista un solo tipo di resina epossidica, ma svariati formulati epossidici che cambieranno di volta in volta le proprie caratteristiche a seconda, sia del rapporto resina-indurente, sia degli eventuali additivi plastificanti, fluidificanti, acceleranti etc.); presentano il vantaggio di poliaddizionarsi senza produrre sottoprodotti che porterebbero ad un aumento di volume. Si distinguono dalle resine acriliche per l'elevato potere collante che ne giustifica l'uso come adesivo strutturale; presentano una buona resistenza chimica (soprattutto agli alcali), resistano molto bene all'acqua ed ai solventi organici. I maggiori pregi delle resine epossidiche risiederanno nelle loro elevate proprietà meccaniche (resistenze a compressione, a trazione, a flessione), nella perfetta adesione al supporto e nel ritiro molto limitato durante l'invecchiamento (meno di 1%); gli svantaggi sono riconducibili alla difficoltà di penetrazione (dovuta all'elevata viscosità), alla bassa resistenza al calore ed ai raggi ultravioletti (con i conseguenti fenomeni d'ingiallimenti e sfarinamento superficiale).
Gli adesivi epossidici (ovvero resine utilizzate come leganti per ricongiungere frammenti distaccati), normalmente utilizzabili saranno liquide con indurente a lenta o a rapida reattività (da utilizzare per consolidamenti o più spesso per intasamento delle fessure o per imperniature) o in pasta lavorabili con indurente a lenta o a rapida reattività (per stuccature, ponti di adesione, piccole ricostruzioni e fissaggio perni) in questo secondo caso si provvederà ad intervenire, in fase di formulazione, aggiungendo additivi tissotropizzanti. Di norma questi adesivi saranno totalmente esenti da solventi, non subiranno ritiro durante l'indurimento e grazie alla loro natura tixotropica potranno essere facilmente applicabili anche su superfici verticali in consistenti spessori. Orientativamente le caratteristiche richieste in relazione sia allo specifico utilizzo (formulati per iniezione, per impregnazione, per betoncini colabili, per incollaggi strutturali ecc.) sia al materiale (cemento armato, muratura, legno, etc.) dovranno essere le seguenti:

- tipo di formulato
- tipo di resina
- colore impasto
- consistenza impasto
- peso specifico (g/cm³)
- punto di infiammabilità °C
- ritiro %
- viscosità (impasto) mPas
- pot life (a + 10°C) (a +24°C) (a + 30°C)
- tempo di presa (a + 10°C) (a +24°C) (a + 30°C)
- indurimento completo (giorni)
- resistenza a trazione (N/mm²)
- allungamento a trazione %
- resistenza a flessotrazione (N/mm²)
- resistenza a compressione (N/mm²)
- modulo elastico (N/mm2)

d) Resine fluorurate

Più precisamente copolimeri fluorurati (ad es., copolimero vinilidene fluoro-esafluoropropene) che presenteranno buone proprietà elastiche e grande stabilità chimica, questi prodotti non polimerizzano dopo la loro messa in opera in quanto già prepolimerizzati, pertanto non subiranno alterazioni nel corso dell'invecchiamento e di conseguenza non varieranno le loro proprietà.
Disciolti in solventi organici (di norma acetone o acetato di butile) potranno essere utilizzati come legante per stuccature, sigillature e ripristini da eseguirsi con il materiale originale. La preparazione dell'impasto, se non diversamente specificato, prevedrà l'unione di una parte in peso di resina a ¾ parti di inerte ricavato, preferibilmente, dalla macinazione della stessa pietra. L'impasto dovrà essere ben mescolato fino ad ottenere la consistenza voluta. Sarà consigliabile non eseguire alcun intervento sulla stuccatura prima di 1 ora dalla stesura della stessa. Queste resine saranno completamente reversibili con il loro solvente.

e) Resine poliestere

Resine derivate dalla reazione di policondensazione dei glicoli con gli acidi bi-basici insaturi o loro anidridi. Prima dell'indurimento potranno essere impastati con fibre di vetro, o sintetiche così da migliorare la resistenza dei prodotti finali. Come riempitivi possono essere usati polveri di varia granulometria di calcari, gesso, o sabbie. La resistenza a raggi solari e U.V. è abbastanza bassa, specialmente per prodotti reticolari con monomeri aromatici, mentre la resistenza meccanica e le proprietà adesive sono abbastanza buone. La resina potrà presentare un certo ritiro del volume (sino ad 8÷10%) che la rende non proprio adatta per riempire le fessure del materiale lapideo, al contrario potranno essere utilizzate come collanti per congiungimenti o il fissaggio di perni, barre filettate, tiranti etc. anche se sarà necessario evitare che la resina raggiunga la superficie estrema poiché per esposizione alla luce darebbe marcate variazioni di colore. Orientativamente il pot life a 20°C sarà di circa 5÷7 minuti e il tempo di fissaggio intorno ai 40÷60 minuti.
Le caratteristiche meccaniche, le modalità d'applicazione e gli accorgimenti antinfortunistici sono regolati dalle norme UNICHIM.

13) - Malte

a) Malte comuni

Le malte saranno confezionate mediante apposite impastatrici suscettibili di esatta misurazione e controllo che l'Impresa dovrà garantire e mantenere efficienti a sua cura e spese.
I quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione (composizione per 1 m³ di malta) delle malte dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni:

Malta comune	Calce aerea (m³)	Sabbia (m³)
Magra per murature	0,32	0,96
Grassa per murature	0,36	0,90
Per opere di rifinitura	0,43	0,86
Per intonaci (interni)	0,50	0,75

Malta di calce idraulica	Calce idraulica (kg)	Sabbia (m³)
Magra per murature	324	1,08
Grassa per murature	412	1,03
Per opere di rifinitura	450	1,00
Per intonaci	528	0,96

Malta cementizia	Cemento Portland (kg)	Sabbia (m³)
Magra per murature	364	1,04
Grassa per murature	400	1,00
Per opere di rifinitura	475	0,95
Per intonaci	540	0,90

Malta pozzolanica	Pozzolana (m³)	Calce spenta (m³)
Per muri a sacco, malta grossa	1,10	0,22
Per murature, malta media	1,05	0,26
Per murature di mattoni, malta fina	1,00	0,33
Per intonaci, malta fina	1,05	0,15

(composizione per 1 m³ di sabbia)

Malta bastarda	Cemento Portland (Kg)	Malta idraulica (Kg)
Malta media	100	300
Malta energica	200	200

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.
Gli impasti verranno preparati solamente nelle quantità necessarie per l'impiego immediato; gli impasti residui saranno portati a rifiuto.
Gli ingredienti 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 malte di calce aerea od idraulica, si formerà prima l'impasto della malta con le proporzioni prescritte, impiegando la minore quantità di acqua possibile, poi si distribuirà la malta sulla ghiaia o pietrisco e si mescolerà il tutto fino a che ogni elemento sia per risultare uniformemente distribuito nella massa ed avviluppato di malta per tutta la superficie.

b) Le malte a prestazione garantita
La malta per muratura portante deve garantire prestazioni adeguate al suo impiego in termini di durabilità e di prestazioni meccaniche e deve essere conforme alla norma armonizzata UNI EN 998-2 e, per i materiali e prodotti per uso strutturale per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla GUUE, recare la marcatura CE, secondo il sistema di attestazione della conformità indicato nella tabella sotto riportata.

Specifica tecnica europea di riferimento	Uso previsto	Sistema di attestazione della conformità
Malta per murature UNI EN 998-2	Usi strutturali	2+

Per garantire durabilità è necessario che i componenti la miscela non contengano sostanze organiche, grasse, terrose o argillose. Le calci aeree e le pozzolane devono possedere le caratteristiche tecniche e i requisiti previsti dalle norme vigenti.
Le prestazioni meccaniche di una malta sono definite mediante la sua resistenza media a compressione f_m. La categoria di una malta è definita da una sigla costituita dalla lettera M seguita da un numero che indica la resistenza f_m espressa in N/mm² secondo la tabella 19.5. Per l'impiego in muratura portante non è ammesso l'impiego di malte con resistenza $f_m < 2,5$ N/mm².
Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nella norma UNI EN 1015-11.

Classe	M 2,5	M 5	M 10	M 15	M 20	M *
Resistenza a compressione (N/mm²)	2,5	5	10	15	20	≥ 25
* è una resistenza a compressione maggiore di 25 N/mm² dichiarata dal produttore.						

c) Le malte a composizione prescritta
Le classi di malte a composizione prescritta sono definite in rapporto alla composizione in volume, secondo la tabella sotto riportata.

Classe	Tipo di malta	Composizione				
		Cemento	Calce aerea	Calce idraulica	Sabbia	Pozzolana
M 2,5	Idraulica	-	-	1	3	-
M 2,5	Pozzolanica	-	1	-	-	3
M 2,5	Bastarda	1	-	2	9	-
M 5	Bastarda	1	-	1	5	-
M 8	Cementizia	2	-	1	8	-
M 12	Cementizia	1	-	-	3	-

Malte di diverse proporzioni nella composizione, preventivamente sperimentate con le modalità riportate nella norma UNI EN 1015-11, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media a compressione non risulti inferiore a quanto previsto nella tabella sotto riportata.

Tipo di malta	Rapporti in volume	Quantità per 1 m³ di malta (kg)
Calce idrata, sabbia	1: 3,5 - 1: 4,5	142-1300 ÷ 110-1300
Calce idraulica, sabbia	1:3 - 1:4	270-1300 ÷ 200-1300
Calce eminentemente idraulica, sabbia	1:3 - 1:4	330-1300 ÷ 250-1300
Calce idrata, cemento, sabbia	2:1:8 - 2:1:9	125-150-1300 ÷ 110-130-1300
Cemento, sabbia	1:3 - 1:4	400-1300 ÷ 300-1300

d) Malte premiscelate
L'impiego di malte premiscelate e 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 eventuali additivi.
Ove il tipo di malta non rientri tra quelli appresso indicati il fornitore dovrà certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

e) Malte speciali
Le malte speciali a base cementizia (espansive, autoportanti, antiritiro, etc.) composte da cementi ad alta resistenza, inerti, silice, additivi, da impiegarsi nei ripristini di elementi strutturali in cemento armato, impermeabilizzazioni, iniezioni armate, devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto esecutivo. In caso di applicazione di prodotti equivalenti, gli stessi devono essere accettati e autorizzati dalla Direzione dei Lavori.
Norme di riferimento:

- UNI 8993 - Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Definizione e classificazione (ritirata senza sostituzione);
- UNI 8994 - Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Controllo dell'idoneità (ritirata senza sostituzione);
- UNI 8995 - Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione della massa volumica della malta fresca (ritirata senza sostituzione);
- UNI 8996 - Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione dell'espansione libera in fase plastica (ritirata senza sostituzione);
- UNI 8997 - Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Malte superfluide. Determinazione della consistenza mediante cabaletta (ritirata senza sostituzione);
- UNI 8998 - Malte cementizie espansive premiscelate per ancoraggi. Determinazione della quantità d'acqua d'impasto essudata (ritirata senza sostituzione);
- UNI EN 12190 - Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo. Metodi di prova. Determinazione della resistenza a compressione delle malte da riparazione.

f) Metodi di prova delle malte cementizie
Sulle malte cementizie la direzione dei lavori può fare eseguire le seguenti prove:

- UNI 7044 - Determinazione della consistenza delle malte cementizie mediante l'impiego di tavola a scosse;
- UNI EN 1015-1 - Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 1. Determinazione della distribuzione granulometrica (mediante stacciatura);
- UNI EN 1015-2 - Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 2. Campionamento globale e preparazione delle malte di prova;
- UNI EN 1015-3 - Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 3. Determinazione della consistenza della malta fresca (mediante tavola a scosse);
- UNI EN 1015-4 - Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 4. Determinazione della consistenza della malta fresca (mediante penetrazione della sonda);
- UNI EN 1015-6 - Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 6. Determinazione della massa volumica apparente della malta fresca;
- UNI EN 1015-7 - Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 7. Determinazione del contenuto d'aria della malta fresca;
- UNI EN 1015-9 - Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 9: Determinazione del tempo di lavorabilità e del tempo di correzione della malta fresca;
- UNI EN 1015-10 - Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 10: Determinazione della massa volumica apparente della malta indurita essiccata;
- UNI EN 1015-17 - Metodi di prova per malte per opere murarie. Parte 17: Determinazione del contenuto di cloruro solubile in acqua delle malte fresche;
- UNI EN 1015-18 - Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione del coefficiente di assorbimento d'acqua per capillarità della malta indurita;
- UNI EN 1015-19 - Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della permeabilità al vapore d'acqua delle malte da intonaco indurite;
- UNI EN 1170-8 - Malte e paste di cemento rinforzate con fibre di vetro (grc). Prova mediante cicli climatici.

14) - Laterizi e mattoni

Si definiscono laterizi quei materiali artificiali da costruzione formati di argilla - contenente quantità variabili di sabbia, di ossido di ferro e di carbonato di calcio - purgata, macerata, impastata, pressata e ridotta in pezzi di forma e di dimensioni prestabilite, i quali, dopo asciugamento, verranno esposti a giusta cottura in apposite fornaci e dovranno rispondere alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2233 (norme per l'accettazione dei materiali laterizi) e alle norme UNI vigenti.
Requisiti : I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensione devono possedere i seguenti requisiti:

- non presentare sassolini, noduli o altre impurità all'interno della massa;
- avere facce lisce e spigoli regolari;
- presentare alla frattura (non vetrosa) grana fine e uniforme;
- dare, al colpo di martello, un suono chiaro;
- assorbire acqua per immersione;
- asciugarsi all'aria con sufficiente rapidità;
- non sfaldarsi e non sfiorire sotto l'influenza degli agenti atmosferici e di soluzioni saline;
- non screpolarsi al fuoco;
- avere resistenza adeguata agli sforzi ai quali dovranno essere assoggettati, in relazione all'uso.

Controlli di accettazione: Per accertare se i materiali laterizi abbiano i requisiti prescritti, oltre all'esame accurato della superficie e della massa interna e alle prove di percussione per riconoscere la sonorità del materiale, devono essere sottoposti a prove fisiche e chimiche.
Le prove fisiche sono quelle di compressione, flessione, urto, gelività, imbibimento e permeabilità. Le prove chimiche sono quelle necessarie per determinare il contenuto in sali solubili totali e in solfati alcalini. In casi speciali, può essere prescritta un'analisi chimica più o meno completa dei materiali, seguendo i procedimenti analitici più accreditati. I laterizi da usarsi in opere a contatto con acque contenenti soluzioni saline devono essere analizzati, per accertare il comportamento di essi in presenza di liquidi di cui si teme la aggressività.
Per quanto attiene alle modalità delle prove chimiche e fisiche, si rimanda al R.D. 16 novembre 1939, n. 2233.

a) Mattoni e blocchi in laterizio
Gli elementi sono classificati in base alla percentuale di foratura ϕ e all'area media della sezione normale di ogni singolo foro f. I fori devono

essere distribuiti pressoché uniformemente sulla faccia dell'elemento. La percentuale di foratura è espressa dalla relazione

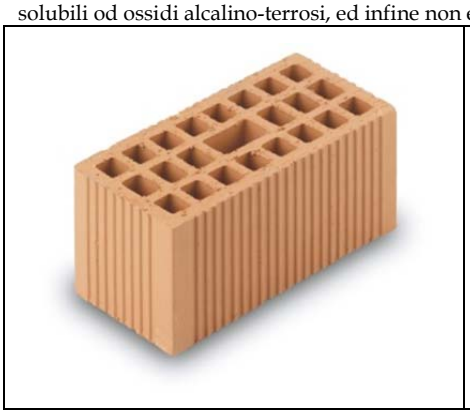
$$\phi = 100\ F/A$$

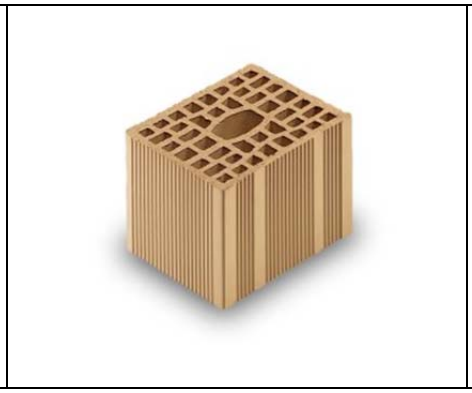
dove:
F = area complessiva dei fori passanti e profondi non passanti
A = area lorda della faccia dell'elemento di muratura delimitata dal suo perimetro.

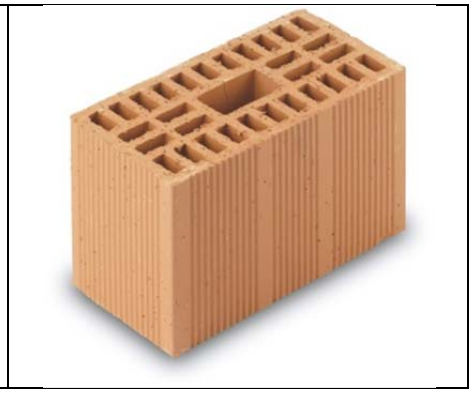
Nel caso dei blocchi in laterizio estrusi, la percentuale di foratura ϕ coincide con la percentuale in volume dei vuoti, come definita dalla norma UNI EN772-9. Gli elementi possono avere incavi di limitata profondità destinati ad essere riempiti dal letto di malta.
Elementi di laterizio di area lorda A maggiore di 300 cm² possono essere dotati di un foro di presa di area massima pari a 35 cm², da computare nella percentuale complessiva della foratura, avente lo scopo di agevolare la presa manuale. Per A superiore a 580 cm² sono ammessi due fori, ciascuno di area massima pari a 35 cm², oppure un foro di presa o per l'eventuale alloggiamento dell'armatura la cui area non superi 70 cm². Le tabelle riportano la classificazione per gli elementi in laterizio:

Classificazione di elementi in laterizio		
Elementi	Percentuale di foratura ø	Area f della sezione normale del foro
Pieni	ø ≤ 15%	f ≤ 9 cm²
Semipieni	15% < ø ≤ 45%	f ≤ 12 cm²
Forati	45% < ø ≤ 55%	f ≤ 15 cm²

I mattoni dovranno essere ben formati con facce regolari, a spigoli vivi, di grana fina, compatta ed omogenea; presentare tutti i caratteri di una perfetta cottura, cioè essere duri, sonori alla percussione e non vetrificati; essere esenti da calcinelli e scevri da ogni difetto che possa nuocere alla buona riuscita delle murature; aderire fortemente alle malte; essere resistenti alla cristallizzazione dei solfati alcalini; non contenere solfati solubili od ossidi alcalino-terrosi, ed infine non essere eccessivamente assorbenti.







I mattoni di uso corrente dovranno essere parallelepipedi, di lunghezza doppia della larghezza, di modello costante e presentare, sia all'asciutto che dopo prolungata immersione nell'acqua, una resistenza minima allo schiacciamento non inferiore a quella indicata, per la categoria adottata, alle norme UNI vigenti (UNI 5632 - 5967 - 5630 - 5628 - 5629).

b) Elementi in laterizio per solai
I blocchi forati di laterizio, sia collaboranti sia non collaboranti, devono possedere determinate caratteristiche minime.
Il profilo delle pareti delimitanti le nervature di conglomerato da gettarsi in opera non deve presentare risvolti che ostacolino il deflusso del calcestruzzo e restringano la sezione delle nervature stesse sotto i limiti minimi stabiliti. Nel caso si richieda ai blocchi il concorso alla resistenza agli sforzi tangenziali, si devono impiegare elementi monoblocco disposti in modo che nelle file adiacenti, comprendenti una nervatura di conglomerato, i giunti risultino sfalsati tra loro. Si devono adottare forme semplici, caratterizzate da setti rettilinei allineati, per lo più continui, particolarmente nella direzione orizzontale, con rapporto spessore/lunghezza il più possibile uniforme. Speciale cura deve essere rivolta al controllo dell'integrità dei blocchi, con particolare riferimento all'eventuale presenza di fessurazioni.
Le pareti esterne, sia orizzontali sia verticali, devono avere uno spessore minimo di 8 mm. Le pareti interne, sia orizzontali sia verticali, invece, devono avere uno spessore minimo di 7 mm. Tutte le intersezioni dovranno essere raccordate con raggio di curvatura, al netto delle tolleranze, maggiore di 3 mm. Il rapporto tra l'area complessiva dei fori e l'area lorda delimitata dal perimetro della sezione dei blocchi non deve risultare superiore a (0,6 + 0,625) * h (dove h è l'altezza del blocco in cm, h ≤ 32 cm).
Per la terminologia, il sistema di classificazione, i limiti di accettazione e i metodi di prova si farà riferimento alle seguenti norme:

- UNI 9730-1 - Elementi di laterizio per solai. Terminologia e classificazione;

- UNI 9730-2 - Elementi di laterizio per solai. Limiti di accettazione;
- UNI 9730-3 - Elementi di laterizio per solai. Metodi di prova.

Dovranno, inoltre, essere rispettate le norme tecniche di cui al punto 4.1.9 del D.M. 14 gennaio 2008.

c) Tavelle e tavelloni in laterizio

Le tavelle sono elementi laterizi con due dimensioni prevalenti e con altezza minore o uguale a 4 cm.
I tavelloni sono, invece, quegli elementi laterizi aventi due dimensioni prevalenti e altezza superiore ai 4 cm (generalmente 6÷8 cm).
Per l'accettazione dimensionale delle tavelle e dei tavelloni si farà riferimento alle tolleranze previste dal punto 4 della norma uni 11128 - Prodotti da costruzione di laterizio. Tavelloni, tavelle e tavelline. Terminologia, requisiti e metodi di prova.
In riferimento alla citata norma, l'80% degli elementi sottoposti a prova deve resistere a un carico variabile da 600 a 1200 N in funzione della lunghezza e dello spessore. Le tavelle ed i tavelloni dovranno essere conformi alle norme UNI vigenti (UNI 2105 - 2106 - 2107).

d) Pianelle in laterizio

Le pianelle potranno essere trafilate o pressate, secondo le indicazioni della Direzione dei Lavori, e dovranno essere conformi alle norme UNI vigenti (UNI 2622).

e) Termolaterizi in laterizio microporizzato

I termolaterizi dovranno essere dei mattoni semipieni ($\varphi \geq 45\%$) in laterizio microporizzato con farina di legno, densità apparente di circa 700÷800 Kg/m³; il valore della conducibilità equivalente di progetto non superiore a 0.185 W/m °K ricavato da prova di laboratorio su campione di muro posto in ambiente ad umidità relativa del 50%. La resistenza meccanica alla compressione in direzione dell'asse dei fori dovrà assolutamente essere non inferiore a 130 Kg/cm². Il blocco dovrà essere rispondente ai requisiti previsti dalla norma UNI 8942/1986, conforme al D.M. 14 gennaio 2008, al DL_{gs} 192/2005 e 311/2006.

f) Blocchi forati in argilla espansa

I blocchi forati in argilla espansa sono ottenuti dall'espansione ad alta temperatura di argille particolari e confezionati con impasto di circa 150÷180 Kg. di cemento tipo R 4.25 per m³ di argilla espansa, con densità apparente dovrà essere di circa 900÷1.100 Kg/m³, additivati con prodotti idrorepellenti nella massa e classe di foratura compresa tra 45% e 55%, rispondenti alla norme UNI 7548 e 7549 e marcati CE secondo la normativa EN 771-3, tipo Categoria II. Avranno una Reazione al fuoco Classe A1 (EN 771-3), Resistenza al fuoco EI 240 (DM 16/02/07); Resistenza termica 0,99 m² °K/W.
Dovranno essere prodotti da aziende conosciute per la loro capacità ed esperienza, certificata con Sistema di Qualità certificato secondo le norme UNI EN ISO 9001/08 ed essere a normali prestazioni secondo Regolamento Termoblocco (UNI U 73060800) sui blocchi in calcestruzzo vibrocompresso. Il blocco dovrà essere con finitura esterne indicata in progetto e, inoltre, contenere degli ossidi coloranti nella quantità e tonalità previste dalla Direzione dei Lavori.

15) - Calcestruzzi

a) Caratteristiche generali

L'Impresa, sulla scorta delle prescrizioni contenute nei progetti esecutivi delle opere in conglomerato cementizio semplice e armato (normale e precompresso), relativamente a caratteristiche e prestazioni dei conglomerati cementizi stessi, ha avuto particolare riferimento a:

- resistenza caratteristica a compressione R_{ck};
- durabilità delle opere (UNI 8981);
- diametro massimo dell'aggregato (UNI 8520);
- tipi di cemento e dosaggi minimi ammessi;
- resistenza a trazione per flessione secondo UNI 6133-83;
- resistenza a compressione sui monconi dei provini rotti per flessione (UNI 6134);
- resistenza a trazione indiretta (UNI 6135);
- modulo elastico secante a compressione (UNI 6556);
- contenuto d'aria del conglomerato cementizio fresco (UNI 6395);
- ritiro idraulico (UNI 6555);
- resistenza ai cicli di gelo-disgelo (UNI 7087);
- impermeabilità (ISO DIS 7032);

dovrà qualificare i materiali e gli impasti in tempo utile prima dell'inizio dei lavori, sottoponendo all'esame della Direzione dei Lavori:

- i campioni dei materiali che intende impiegare, indicando provenienza, tipo e qualità dei medesimi;
- la caratterizzazione granulometrica degli aggregati;
- il tipo e il dosaggio del cemento, il rapporto acqua/cemento, lo studio della composizione granulometrica degli aggregati, il tipo e il dosaggio degli additivi che intende usare, il contenuto di aria inglobata, il valore previsto della consistenza misurata con il cono di Abrams, per ogni tipo e classe di conglomerato cementizio;
- la caratteristica dell'impianto di confezionamento ed i sistemi di trasporto, di getto e di maturazione;
- i risultati delle prove preliminari di resistenza meccanica sui cubetti di conglomerato cementizio da eseguire con le modalità più avanti descritte;
- lo studio dei conglomerati cementizi ai fini della durabilità, eseguito secondo quanto precisato successivamente;
- i progetti delle opere provvisionali (centine, armature di sostegno e attrezzature di costruzione).

La Direzione dei Lavori autorizzerà l'inizio dei getti di conglomerato cementizio solo dopo aver esaminato ed approvato la documentazione per la qualifica dei materiali e degli impasti di conglomerato cementizio e dopo aver effettuato, in contraddittorio con l'Impresa, impasti di prova del calcestruzzo per la verifica dei requisiti di cui alla tabella 15 C. Dette prove saranno eseguite sui campioni confezionati in conformità a quanto proposto dall'Impresa ai punti a), b), c) e f). I laboratori, il numero dei campioni e le modalità di prova saranno quelli indicati dalla Direzione dei Lavori, tutti gli oneri relativi saranno a carico dell'Impresa.
Caratteristiche dei materiali e composizione degli impasti, definite in sede di qualifica, non possono essere modificati in corso d'opera salvo autorizzazione scritta della Direzione dei Lavori. Qualora si prevedesse una variazione dei materiali, la procedura di qualifica dovrà essere ripetuta. Qualora l'Impresa impieghi conglomerato cementizio preconfezionato pronto all'uso, per il quale si richiama la Norma UNI 9858/91, le prescrizioni sulla qualificazione dei materiali, la composizione degli impasti e le modalità di prova, dovranno essere comunque rispettate.
Si puntualizza che per la realizzazione delle opere in conglomerato cementizio dovrà essere impiegato esclusivamente "conglomerato cementizio a prestazione garantita" secondo la Norma UNI 9858. In nessun caso sarà ammesso l'impiego di "conglomerato cementizio a composizione richiesta" secondo la stessa Norma.

b) Definizione della resistenza dei conglomerati cementizi

La resistenza a compressione del calcestruzzo è espressa in termini di resistenza caratteristica, definita come quel valore di resistenza al di sotto

del quale si può attendere di trovare il 5% della popolazione di tutte le misure di resistenza.

1 - Resistenza caratteristica cubica R_{ck}

La resistenza caratteristica cubica R_{ck} viene dedotta sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni effettuate su cubi di 150 mm. di lato, per aggregati con diametro massimo fino a ø 32 mm., o di 200 mm. di lato per aggregati con diametro massimo maggiore.

2 - Resistenza caratteristica cilindrica fck

La resistenza caratteristica cilindrica f_{ck} viene dedotta sulla base dei valori ottenuti da prove a compressione a 28 giorni effettuate su cilindri di diametro ø 150 mm. e 300 mm. di altezza.

Per indicare la classe di resistenza si utilizza la simbologia Cxx/yy ove xx individua il valore della resistenza caratteristica cilindrica f^ e yy il valore della resistenza caratteristica cubica R^, entrambi espressi in N/mm² (1 N/mm² = 10 Kg/cm²).

Classe di Resistenza	f_{ck} (N/mm²)	R_{ck} (N/mm²)	Categoria del calcestruzzo
C 8/10	8	10	non strutturale
C 12/15	12	15	
C 16/20	16	20	ordinario
C 20/25	20	25	
C 25/30	25	30	
C 30/37	30	37	
C 35/45	35	45	
C 40/50	40	50	
C 45/55	45	55	

c) Conglomerati idraulici, cementizi semplici e armati

Nell'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le norme UNI EN206-1/2006 e UNI 1110 e quelle contenute nella Legge 5 novembre 1971, n. 1086, nel D.M. 14 gennaio 2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni" ed a quelle che potranno essere successivamente emanate anche nei riguardi delle strutture in cemento armato precompresso, che si intenderanno qui integralmente trascritte. Tutte le opere in cemento armato facenti parte dell'opera appaltata, saranno eseguite solamente dopo la verifica di stabilità statica dei calcoli e dei disegni progettuali fatta da un Ingegnere, o altro tecnico equipollente e di fiducia dell'Appaltatore, entro il termine che verrà prescritto, attenendosi ai disegni esecutivi facenti parte del progetto ed allegati al contratto nonché alle prescrizioni che gli verranno impartite all'atto della consegna dei lavori. Il tecnico verificatore, il cui compenso è a totale carico dell'Appaltatore, ha facoltà di proporre alle armature e alle dimensioni progettuali eventuali soluzioni alternative e migliorative per una più economica esecuzione dell'opera. La relativa documentazione, se previsto, dovrà essere, prima dell'inizio dei lavori, depositata presso il competente ufficio, secondo le norme di legge. Tutti i conglomerati dovranno essere eseguiti di massima a macchina; se eseguiti a mano, lo dovranno essere sopra appositi tavolati o aie di mattoni e il volume degli impasti non dovrà ad ogni modo eccedere di volta in volta il metro cubo. Per gli impasti eseguiti a mano si prescrivono non meno di quattro mescolature: le prime volte a secco (sabbia, ghiaia, calce idraulica o cemento), una terza volta per aggiungere acqua nella quantità occorrente e la quarta dopo averli bagnati. Per la composizione dei calcestruzzi in genere saranno scrupolosamente osservate le disposizioni contenute nel D.M. 14 gennaio 2008 e in quelli che eventualmente dovessero entrare in vigore durante l'esecuzione dei lavori, in aggiunta o in sostituzione del D.M. anzidetto; leganti, sabbia e ghiaietto risponderanno ai requisiti e trattamenti prescritti nella parte II°, capo II°, del nominato Decreto. Per l'esatto dosaggio dei componenti, se confezionato in cantiere, l'Impresa è tenuta a provvedere separatamente e ad ogni impasto alla misurazione a mezzo di apposite casse parallelepipede della sabbia e della ghiaia impiegate. In genere, però, il confezionamento dei conglomerati cementizi dovrà avvenire negli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione dei Lavori; gli impianti di betonaggio saranno di tipo automatico o semiautomatico, ma tali da garantire per tutta la durata dei lavori dei scostamenti non superiori al 4% (quattro per cento) dai dosaggi dei singoli componenti della miscela stabilita nella fase preliminare di accettazione. La lavorabilità non dovrà essere raggiunta con il maggiore impiego di acqua rispetto quanto previsto nella composizione del calcestruzzo. L'Impresa, previa autorizzazione del Direttore dei Lavori, potrà utilizzare l'impiego di additivi quali fluidificanti o super fluidificanti, senza che questa abbia diritto a pretendere particolari indennizzi o sovrapprezzi per il raggiungimento della classe di consistenza prevista per l'esecuzione dell'opera. La Direzione dei Lavori ha la facoltà di prescrivere varianti alle proporzioni relative dei componenti elencate nell'elenco prezzi; in tal caso verrà corrisposto all'Impresa in più o in meno il valore maggiore o minore del legante prescritto pagandolo ai prezzi dei materiali in provvista nei quali sono comprese le spese generali e l'utile per l'Impresa; il prezzo così ottenuto sarà soggetto all'andamento contrattuale. Il trasporto del conglomerato cementizio dall'impianto di confezionamento al cantiere dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibile segregazione dei singoli componenti e comunque lasciando inalterate le caratteristiche di confezionamento del calcestruzzo; i calcestruzzi dovranno essere approvvigionati in cantiere o preparati in sito soltanto nella quantità necessaria per l'impasto immediato. La posa in opera sarà eseguita con ogni cura e regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, pulizia nelle zone oggetto di ripresa dei getti, posizionato le casseforme e predisposto le necessarie armature metalliche. Il controllo delle gabbie di armature metalliche, prima del getto, dovrà essere rivolto anche nel rispetto della distanza del copriferro, indicata negli elaborati progettuali o su ordinativo della Direzione dei Lavori; questo in particolare modo negli ambienti ritenuti aggressivi o per la particolarità dell'opera. La Direzione dei Lavori avrà la facoltà di ordinare che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità, tale da evitare la ripresa dei getti; dovendosi addossare eventualmente il calcestruzzo a gettate che abbiano già fatto presa, la superficie di contatto verrà resa scabra o scalfita, pulita e lavata con acqua fresca, applicando inoltre un sottile strato di malta di cemento in modo da assicurare un buon collegamento del getto di calcestruzzo nuovo col vecchio. Il conglomerato verrà posto in opera appena impastato a strati orizzontali di spessore non superiore a 15 cm., costipato e assestato mediante vibratore meccanico o, qualora non sia possibile l'uso del vibratore per le esigue dimensioni trasversali del getto, battuto con pestelli di forma adatta, in modo da ottenere una massa compatta ben aderente alle casseforme o ai cavi e priva di vuoti. La vibrazione non deve prolungarsi troppo; di regola viene sospesa quando appare in superficie un lieve strato di malta omogenea ricca di acqua. I casseri occorrenti per le opere di getto devono essere sufficientemente robusti oppure convenientemente rafforzati con controventature di sostegno tali da resistere senza deformarsi alla spinta laterale dei calcestruzzi durante la fase del getto o la pigiatura. Contro le pareti dei casseri, per superfici in vista o a faccia-vista, si dovrà disporre di sostanze disarmanti in modo da evitare per quanto sia possibile la formazione di vani e di ammanchi. Le pareti dei casseri di contenimento del conglomerato di getto possono essere tolte solo quando il conglomerato avrà raggiunto un sufficiente grado di maturazione tale da garantire la solidità dell'opera. Avanzando i lavori, la superficie dovrà essere regolarmente annaffiata, almeno per 15 giorni dal getto, affinché la presa avvenga in modo uniforme e, quando occorra, coperta con teli mantenuti umidi o applicati dei prodotti stagionanti che formano membrane protettive (UNI 8866, UNI 8656 e UNI 8660) per proteggere l'opera da variazioni troppo rapide di temperatura. Per i getti da eseguirsi in fondazione, potrà essere prescritto dalla Direzione dei Lavori e senza che l'Impresa abbia diritto ad alcun particolare compenso, qualunque provvedimento atto ad impedire sia lo smottamento anche parziale delle pareti dei cavi che l'introduzione anche casuale di elementi estranei alla massa di calcestruzzo. Nel caso di calcestruzzi gettati in presenza

di acque, dovranno essere adottati, a cura e spese dell'Impresa, i provvedimenti cautelativi atti ad impedire il dilavamento dei calcestruzzi stessi, restando vietato il gettarli direttamente con pale, cofani, cazzuole, etc. I casseri per i calcestruzzi dei muri in elevazione, dovranno essere indeformabili e dovranno mantenersi otto giorni almeno dopo la gettata; è d'altra parte vietato lasciare in opera le casseforme per un tempo maggiore di giorni 60 (sessanta). Nel prezzo, poi, si intende compresa e compensata la fratazzatura a fresco del getto, secondo le pendenze eventuali prescritte dalla Direzione dei Lavori. Avvenuto il disarmo, la superficie delle opere sarà regolarizzata con malta cementizia; l'applicazione si farà previa pulitura e lavatura della superficie gettata e la malta cementizia dovrà essere ben conguagliata con cazzuola, con l'aggiunta di opportuno spolvero di cemento puro. Fermo restando la possibilità di prescrivere nei vari articoli di elenco una classe superiore, i conglomerati cementizi dovranno avere la seguente caratteristica cubica minima:

- calcestruzzi per fondazioni $R'_{ck} \geq 15$ N/mm²
- calcestruzzi per sottofondi $R'_{ck} \geq 15$ N/mm²
- calcestruzzi per murature semplici $R'_{ck} \geq 20$ N/mm²
- calcestruzzi per strutture armate $R'_{ck} \geq 30$ N/mm²

Inoltre, per getti particolari a faccia-vista, dovranno essere previste delle aggiunte di cemento e l'utilizzo di particolari granulometria degli inerti al fine di ottenere delle superfici regolari, omogenee e particolarmente colorate. La verifica della resistenza caratteristica del conglomerato verrà disposta, da parte del Direttore dei Lavori, in conformità a quanto previsto dall'allegato 2 del D.M. 14 gennaio 2008, ovvero:
controllo di accettazione (punto 5), che si effettua durante l'esecuzione delle opere;
prove complementari (punto 6), da eseguire, ove ritenuto necessario a completamento delle prove precedenti.
Nel caso che la resistenza dei provini assoggettati a prove nei laboratori omologati risulti inferiore a quello indicato negli elaborati progettuali o all'ordinativo della Direzione dei Lavori, occorre procedere, a cura e spese dell'Appaltatore, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di calcestruzzo carente, sulla base della resistenza ridotta, oppure ad una verifica della resistenza con prove complementari, quali prelievo di provini per carotaggio direttamente dalle strutture, oppure con altri strumenti e metodi riconosciuti validi dalla Direzione dei Lavori. A controlli ultimati, verrà redatta apposita relazione, da parte dell'Impresa a firma di un tecnico abilitato, dove si indichi in base alla resistenza del conglomerato risultante, ferme restando le ipotesi di vincolo, a quali sollecitazioni e a quali carichi la struttura può essere sottoposta in fase di esercizio. Qualora la Direzione dei Lavori, previa approvazione della relazione anche da parte del Responsabile del Procedimento, decida che la resistenza caratteristica è ancora compatibile con la destinazione d'uso dell'opera progettata e in conformità delle leggi in vigore, contabilizzerà il calcestruzzo in base al valore della resistenza caratteristica risultante. Qualora, invece, tale resistenza non risulti compatibile con le finalità di progetto, l'Impresa sarà tenuto, a sua cura e spese, alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che la Direzione dei Lavori riterrà di approvare formalmente di concerto con il Responsabile del Procedimento. Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Appaltatore se il valore della resistenza caratteristica del calcestruzzo risulterà maggiore di quanto previsto. Oltre ai controlli relativi alla resistenza caratteristica, il Direttore dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà disporre tutte le prove che riterrà necessarie, e in particolare:

- determinazione della consistenza - prova di abbassamento del cono (slump test) (UNI 9418);
- controllo della composizione del calcestruzzo fresco (UNI 6393);
- massa volumica del calcestruzzo (UNI 6394/1/2);
- prova del contenuto d'aria (UNI 6395);
- resistenza alla degradazione per cicli di gelo e disgelo (UNI 7087);
- prova di resistenza a compressione su campioni cilindrici prelevati con carotaggio da strutture già stagionate (UNI 6132);
- prova di resistenza a compressione con sclerometro.

Tutte le precedenti prove verranno eseguite a spese dell'Impresa secondo le modalità fissate dalla Direzione dei Lavori. I prelievi dei provini e campioni di calcestruzzo in cantiere dovranno essere conformi alle norme tecniche:

- UNI 6126 - Prelevamento campioni di calcestruzzo in cantiere;
- UNI 6127 - Provini in calcestruzzo - preparazione e stagionatura.

Le frequenze minime di prelievo saranno come dall'allegato 2 del D.M. 14 gennaio 2008.
Qualunque sia l'importanza delle opere da eseguire in cemento armato, l'Appaltatore spetta sempre la completa ed unica responsabilità della loro regolare ed esatta esecuzione in conformità degli elaborati esecutivi.

d) Caratteristiche dei materiali costituenti i conglomerati cementizi

1) Cemento

Per i manufatti in calcestruzzo armato, potranno essere impiegati unicamente cementi classe 32.5, 32.5 R, 42.5, 42.5 R, 52.5, 52.5 R che soddisfino i requisiti di accettazione previsti dalla Legge 26/05/1965, n. 595, dal D.M. 03/06/1968, nel Decreto del Ministero dell'Industria, il Commercio e l'Artigianato del 13/09/1993, nonché nel D.M. 09/03/1988 n. 126, con l'esclusione del cemento alluminoso; l'Impresa deve avere cura di approvvigionare il cemento presso cementerie che operino con sistemi di qualità certificati. All'inizio dei lavori essa dovrà presentare alla Direzione dei Lavori un impegno, assunto dalle cementerie prescelte, a fornire cemento per il quantitativo previsto e i cui requisiti soddisfino i requisiti chimici e fisici richiesti dalle norme di accettazione. Tale dichiarazione sarà essenziale affinché la Direzione dei Lavori possa dare il benestare per l'approvvigionamento del cemento presso le cementerie prescelte. Nel caso in cui esso venga approvvigionato allo stato sfuso, il relativo trasporto dovrà effettuarsi a mezzo di contenitori che lo proteggano dall'umidità ed il pompaggio del cemento nei silos deve essere effettuato in modo da evitare la miscelazione fra tipi diversi. I sili dovranno garantire la perfetta tenuta nei confronti dell'umidità atmosferica, ciascun silo dovrà contenere un cemento di un unico tipo, unica classe ed unico produttore chiaramente identificato da appositi contrassegni. Se approvvigionato in sacchi, dovrà essere sistemato su pedane poste su un pavimento asciutto e in ambiente chiuso. È vietato l'uso di cementi diversi per l'esecuzione di ogni singola opera o elemento costruttivo.

2) Inerti

Gli inerti impiegati per il confezionamento del conglomerato cementizio potranno provenire da vagliatura e trattamento dei materiali alluvionali o da frantumazione di materiali di cava e dovranno avere caratteristiche conformi a quelle previste per la Classe A nella Norma UNI 8520, parte 2ª; dovranno essere costituiti da elementi non gelivi privi di parti friabili e polverulente o scistose, argilla e sostanze organiche. Non dovranno contenere i minerali dannosi quali:

- pirite;
- marcasite;
- pirrotina;
- gesso;
- solfati solubili.

A cura dell'Impresa, sotto il controllo della Direzione dei Lavori, dovrà essere accertata, mediante esame mineralogico (UNI EN932 parte 3) presso un laboratorio ufficiale, l'assenza dei minerali indesiderati e di forme di silice reattiva verso gli alcali del cemento (opale, calcedonio, tridimite, cristobalite, quarzo cristallino in stato di alterazione o tensione, selce, vetri vulcanici, ossidiane), per ciascuna delle cave di

provenienza dei materiali; ove fosse presente silice reattiva si procederà all'esecuzione delle prove della Norma UNI 8520 parte 22, punto 3, con la successione e l'interpretazione ivi descritte. In assenza di tali certificazioni il materiale non potrà essere posto in opera, e dovrà essere allontanato e sostituito con materiale idoneo.
Nella tabella sono riepilogate le principali prove cui devono essere sottoposti gli inerti.

CARATTERISTICHE	PROVE	NORME	TOLLERANZA DI ACCETTABILITÀ
Gelività degli aggregati	Gelività	CNR 80 UNI EN1367-1	Perdita di massa ≤ 4% dopo 20 cicli
Resistenza all'abrasione	Los Angeles	CNR 34 UNI EN1097-2	Perdita di massa LA 30%
Compattezza degli aggregati	Degradabilità delle soluzioni solfatiche	UNI EN1367-2	Perdita di massa dopo 5 cicli ≤ 10%
Presenza di gesso e solfati solubili	Analisi chimica degli inerti	UNI EN1744-1	$SO_3 \leq 0,05\%$
Presenza di argille	Equivalente in sabbia	UNI EN933	ES ≥ 80 ; VB ≤ 0,6 cm^3/gr di fini
Presenza di pirite, marcasite e pirrotina	Analisi petrografica	UNI EN932-3	Assenti
Presenza di sostanze organiche	Determinazione colorimetrica	UNI EN1744-1	Per aggregato fine: colore della soluzione più chiaro dello standard di riferimento
Presenza di forme di silice reattiva	Potenziale reattività dell'aggregato: metodo chimico Potenziale attività delle miscele cemento aggregati: metodo del prisma di malta	UNI 8520 (parte 22)	UNI 8520 (parte 22 punto 4) UNI 8520 (parte 22 punto 5)
Presenza di cloruri solubili	Analisi chimica	UNI EN1744-1	Cl ≤ 0,05%
Coefficiente di forma e di appiattimento	Determinazione dei coefficienti di forma e di appiattimento	UNI EN933-3	Cf ≥ 0,15 (D_{max} = 32 mm) Cf ≥ 0,12 (D_{max} = 64 mm)
Frequenza delle prove	La frequenza sarà definita dal progettista e/o prescritta dalla Direzione dei Lavori. Comunque dovranno essere eseguite prove: prima dell'autorizzazione all'impiego; per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava; ogni 8000 m^3 di aggregati impiegati.		

Saranno rifiutati pietrischetti, pietrischi e graniglie aventi un coefficiente di forma, determinato secondo UNI EN933-3, minore di 0,15 (per un diametro massimo D_{max} fino a ø 32 mm) e minore di 0,12 (per un diametro massimo D_{max} fino a ø 64 mm). Tali esami, dovranno essere effettuati prima dell'autorizzazione all'impiego, per ogni cambiamento di cava o materiali nel corpo di cava, ogni 8000 m^3 di materiali impiegati e comunque almeno una volta all'anno, nonché ogni volta la Direzione dei Lavori lo riterrà necessario, salvo per quanto riguarda il contenuto di solfati e di cloruri che dovrà essere effettuato giornalmente. Per quanto riguarda il coefficiente di forma degli inerti e la granulometria si dovrà verificare che soddisfino alle indicazioni riportate nel predetto punto, ogni 1000 m^3 di materiale impiegato, nonché ogni volta che la Direzione dei Lavori lo riterrà necessario. La curva granulometrica dovrà essere tale da ottenere il massimo peso specifico del conglomerato cementizio a parità di dosaggio di cemento e di lavorabilità dell'impasto e dovrà consentire di ottenere i requisiti voluti sia nell'impasto fresco (consistenza, omogeneità, lavorabilità, aria inglobata, etc.) che nell'impasto indurito (resistenza, permeabilità, modulo elastico, ritiro, viscosità, durabilità, etc.). Particolare attenzione dovrà essere rivolta alla granulometria della sabbia al fine di ridurre al minimo il fenomeno dell'essudazione (bleeding) nel conglomerato cementizio. Gli inerti dovranno essere suddivisi in almeno tre pezzature, la più fine non dovrà contenere più del 15% di materiale trattenuto al vaglio a maglia quadrata da 5 mm di lato. Le singole pezzature non dovranno contenere frazioni granulometriche appartenenti alle pezzature inferiori, in misura superiore al 15% e frazioni granulometriche, appartenenti alle pezzature superiori, in misura superiore al 10% della pezzatura stessa.

3) Acqua di impasto

L'acqua di impasto proverrà da fonti ben definite che diano acqua rispondente alle caratteristiche precedentemente specificate; sono ammesse come acqua di impasto per i conglomerati cementizi l'acqua potabile e le acque naturali rispondenti ai requisiti di seguito riportati. Sono escluse le acque provenienti da scarichi (industriali etc.).
L'acqua di impasto dovrà avere un contenuto in sali disciolti inferiore a 1 g per litro. In merito al contenuto di ione cloruro nell'acqua per i manufatti in cemento armato normale o precompresso, si dovrà tenere conto dei limiti previsti dalla Norma UNI 8981, parte 5, per il contenuto totale di tale ione. La quantità di materiale inorganico in sospensione dovrà essere inferiore a 2 g/l; la quantità di sostanze organiche (COD) inferiore a 0,1 g/l.
L'acqua dovrà essere aggiunta nella quantità prescritta in relazione al tipo di conglomerato cementizio, tenendo conto dell'acqua contenuta negli aggregati, (si faccia riferimento alla condizione "satura a superficie asciutta) della Norma UNI 8520, parte 5).

e) Controlli in corso d'opera del conglomerato cementizio

La Direzione dei Lavori eseguirà controlli periodici in corso d'opera per verificare la corrispondenza tra le caratteristiche dei materiali e degli impasti impiegati e quelle definite in sede di qualifica. Per consentire l'effettuazione delle prove in tempi congruenti con le esigenze di avanzamento dei lavori, l'Impresa dovrà disporre di uno o più laboratori attrezzati, per l'esecuzione delle prove previste, in cantiere e/o all'impianto di confezionamento, ad eccezione delle determinazioni chimiche che dovranno essere eseguite presso un Laboratorio Ufficiale.

1) Granulometria degli inerti

Gli inerti oltre a soddisfare le prescrizioni precedentemente riportate dovranno appartenere a classi granulometricamente diverse e mescolati nelle percentuali richieste formando miscele granulometricamente costanti tali che l'impasto fresco ed indurito abbia i prescritti requisiti di resistenza, consistenza, aria inglobata, permeabilità e ritiro. La curva granulometrica dovrà, in relazione al dosaggio di cemento, garantire la massima compattezza al conglomerato cementizio. Il diametro massimo dell'inerte dovrà essere scelto in funzione delle dimensioni dei copriferri ed interferri, delle caratteristiche geometriche delle casseforme, delle modalità di getto e del tipo di mezzi d'opera.

2) Resistenza dei conglomerati cementizi

Durante l'esecuzione delle opere cementizie per la determinazione delle resistenze a compressione dei conglomerati, per la preparazione e stagionatura dei provini, per la forma e dimensione degli stessi e relative casseforme, dovranno essere osservate le prescrizioni previste dalle Norme Tecniche del D.M. 14 gennaio 2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni". Ad integrazione di tali norme, la Direzione dei Lavori ordinerà n. 3 (tre) prelievi costituiti ciascuno da n. 2 provini in modo da poter assoggettare uno dei prelievi a prove preliminari di accettazione presso il laboratorio di cantiere, o altro posto nelle vicinanze del cantiere stesso; resta inteso che il secondo prelievo andrà sottoposto a prove presso un Laboratorio ufficiale ed il terzo prelievo sarà utilizzato, all'occorrenza, nel caso si rendesse necessario eseguire altre prove. Nel caso che il valore della resistenza caratteristica cubica (R_{ck}) ottenuta sui provini assoggettati a prove nei laboratori di cantiere risulti essere inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto, la Direzione dei Lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, ordinare la sospensione dei getti dell'opera d'arte interessata in attesa dei risultati delle prove eseguite presso Laboratori Ufficiali. Qualora anche dalle prove eseguite presso Laboratori ufficiali risultasse un valore della R_{ck} inferiore a quello indicato nei calcoli statici e nei disegni di progetto, ovvero una prescrizione del controllo di accettazione non fosse rispettata, occorre procedere, a cura e spese dell'Impresa, ad un controllo teorico e/o sperimentale della struttura interessata dal quantitativo di conglomerato non conforme sulla base della resistenza ridotta del conglomerato, ovvero ad una verifica delle caratteristiche del conglomerato messo in opera mediante prove complementari, o col prelievo di provini di calcestruzzo indurito messo in opera o con l'impiego di altri mezzi di indagine. Tali controlli e verifiche formeranno oggetto di una relazione

supplementare nella quale si dimostri che, ferme restando le ipotesi di vincoli e di carico delle strutture, la R_{ck} è ancora compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, secondo le prescrizioni delle vigenti norme di legge. Se tale relazione sarà approvata dalla Direzione dei Lavori il calcestruzzo verrà contabilizzato in base al valore della resistenza caratteristica trovata. Nel caso che la R_{ck} non risulti compatibile con le sollecitazioni previste in progetto, l'Impresa sarà tenuta a sua cura e spese alla demolizione e rifacimento dell'opera oppure all'adozione di quei provvedimenti che, proposti dalla stessa, per diventare operativi dovranno essere formalmente approvati dalla Direzione dei Lavori. Nessun indennizzo o compenso sarà dovuto all'Impresa se la R_{ck} risulterà maggiore a quella indicata nei calcoli statici e nei disegni di progetto. Nel caso in cui la Direzione dei Lavori richieda il prelievo di campioni da strutture già realizzate e stagionate questo prelievo, da eseguire in contraddittorio, potrà avvenire sia asportando un blocco informe dal quale ricavare successivamente i provini di forma cubica, sia eseguendo carotaggi dai quali ricavare i provini di forma cubica, sia eseguendo carotaggi dai quali ricavare un numero adeguato di provini cilindrici mediante operazioni di taglio e verifica delle basi. Sulle opere già eseguite potranno essere eseguite prove non distruttive, a mezzo di sclerometro od altre apparecchiature; con lo sclerometro le modalità di prova saranno le seguenti:

- nell'intorno del punto prescelto dalla Direzione dei Lavori verrà fissata un'area non superiore a 0,1 m²; su di esso si eseguiranno 10 percussioni con sclerometro, annotando i valori dell'indice letti volta per volta; si determinerà la media aritmetica di tali valori.
- verranno scartati i valori che differiscono più di 15 centesimi dall'escursione totale della scala sclerometro;
- tra i valori non scartati, se non inferiori a 6, verrà dedotta la media aritmetica che, attraverso la tabella di taratura dello sclerometro, darà la resistenza a compressione del calcestruzzo;
- se il numero dei valori non scartati è inferiore a 6 la prova sarà ritenuta non valida e dovrà essere rieseguita in una zona vicina;
- di norma per ciascun tipo di sclerometro verrà adottata la tabella di taratura fornita dalla relativa casa costruttrice. La Direzione dei Lavori si riserva di effettuare in contraddittorio la taratura dello sclerometro direttamente sui provini che successivamente verranno sottoposti a prova distruttiva di rottura a compressione.

Per l'interpretazione dei risultati è buona norma procedere anche a prove di confronto su strutture le cui prove di controllo abbiano dato risultati certi. Nella eventualità di risultati dubbi, si dovrà procedere al controllo diretto della resistenza a rottura per compressione mediante prove distruttive su provini prelevati direttamente in punti opportuni delle strutture, secondo le metodologie precedentemente richiamate.

3) Controllo della lavorabilità

La lavorabilità del conglomerato cementizio fresco sarà valutata con la misura all'abbassamento al cono di Abrams (slump) in mm. secondo la Norma UNI EN12350; tale prova dovrà essere eseguita in concomitanza a ciascun prelievo di campioni.

La prova è da considerarsi significativa per abbassamenti compresi tra 20 e 240 mm.; il conglomerato cementizio non dovrà presentarsi segregato e la quantità di acqua essudata, misurata secondo la Norma UNI 7122, dovrà essere nulla.

In alternativa, per abbassamenti inferiori ai 20 mm. si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo il metodo DIN 1048, o con l'apparecchio VEBÈ.

4) Controllo del rapporto acqua/cemento

Il rapporto acqua/cemento dovrà essere valutato tenendo conto dell'acqua contenuta negli inerti che di quella assorbita dagli stessi (Norma UNI EN1097-6, condizione di inerte "saturo a superficie asciutta", per la quale l'aggregato non cede e non assorbe acqua all'impasto). Il suddetto rapporto, dovrà essere controllato secondo le indicazioni riportate nella Norma UNI 6393 (par. 5 e 6), e non dovrà discostarsi di ±0.02 da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela. Il rapporto a/c dovrà essere controllato anche in cantiere, almeno una volta alla settimana, tale rapporto non dovrà scostarsi più del ±0.02 da quello verificato in fase di qualificazione della relativa miscela.

5) Controllo dell'omogeneità del conglomerato cementizio

L'omogeneità del conglomerato cementizio all'atto del getto, dovrà essere verificata vagliando ad umido due campioni, prelevati a $^1/_5$ e $^4/_5$ dello scarico della betoniera, attraverso il vaglio a maglia quadrata da 4 mm.; la percentuale in peso del materiale trattenuto nel vaglio dei due campioni non dovrà differire più del 10%, inoltre lo slump degli stessi prima della vagliatura non dovrà differire di più di 30 mm.

6) Controllo del contenuto di aria

La prova del contenuto di aria dovrà essere effettuata ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante; essa verrà eseguita con il metodo UNI EN12350-7.

7) Controllo del contenuto di cemento

Tale controllo dovrà essere eseguito su conglomerato cementizio fresco, secondo quanto stabilito dalle Norme UNI 9416 - 98; particolare attenzione dovrà essere posta nella scelta del luogo di esecuzione, in quanto tale prova deve essere eseguita su conglomerato cementizio fresco, entro 30 minuti dall'impasto.

16) - Additivi ai conglomerati cementizi

L'Impresa dovrà impiegare additivi garantiti dai produttori per qualità e costanza di effetto e di concentrazione; le loro caratteristiche dovranno essere verificate preliminarmente in sede di qualifica dei conglomerati cementizi. Gli additivi dovranno rispondere alle Norme UNI 7101, 7102, 7103, 7104, 7105, 7106, 7107, 7108, 8145. Nel caso di uso contemporaneo di più additivi l'Impresa dovrà fornire alla Direzione dei Lavori la prova della loro compatibilità.

a) Idrofughi

Gli idrofughi dovranno conferire efficace e duratura idrorepellenza alle malte o agli impasti senza alterarne negativamente le qualità fisico-meccaniche, mantenendo inalterati i colori degli stessi e non alterando la potabilità delle acque nel caso di intonaci o muri a contatto di acqua potabile; dovranno essere approvvigionati in confezioni sigillate con l'indicazione della ditta produttrice, del tipo e del modo di impiego.

b) Idrorepellenti

Gli idrorepellenti dovranno conferire efficace e duratura idrorepellenza ai materiali sui quali verranno applicati senza alterarne le proprietà, l'aspetto ed il colore e dovranno essere perfettamente trasparenti ed inalterabili agli agenti atmosferici ed agli sbalzi di temperatura; dovranno essere approvvigionati in confezioni sigillate con l'indicazione della ditta produttrice, del tipo e modo di impiego.

c) Additivi acceleranti

Gli additivi acceleranti, allo stato solido o liquido, hanno la funzione di addensare la miscela umida fresca e portare ad un rapido sviluppo delle resistenze meccaniche. Il dosaggio degli additivi acceleranti dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. In caso di prodotti che non contengono cloruri, tali valori possono essere incrementati fino al 4%. Per evitare concentrazioni del prodotto, lo si dovrà opportunamente diluire prima dell'uso. La Direzione dei Lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:

- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme uni applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma UNI EN934-2.

e) Additivi ritardanti
Gli additivi ritardanti potranno essere eccezionalmente utilizzati, previa idonea qualifica e preventiva approvazione da parte della Direzione dei Lavori, per:
- particolari opere che necessitano di getti continui e prolungati, al fine di garantire la loro corretta monoliticità;
- getti in particolari condizioni climatiche;
- singolari opere ubicate in zone lontane e poco accessibili dalle centrali/impianti di betonaggio.

La Direzione dei Lavori si riserva di verificare la loro azione prima dell'impiego, mediante:
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi di inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

Le prove di resistenza a compressione devono essere eseguite di regola dopo la stagionatura di 28 giorni e la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.
In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma UNI EN934-2.

f) Additivi antigelo
Gli additivi antigelo sono da utilizzarsi nel caso di getto di calcestruzzo effettuato in periodo freddo, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori. Il dosaggio degli additivi antigelo dovrà essere contenuto tra lo 0,5 e il 2% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento, che dovrà essere del tipo ad alta resistenza e in dosaggio superiore rispetto alla norma. Per evitare concentrazioni del prodotto, prima dell'uso, dovrà essere opportunamente miscelato al fine di favorire la solubilità a basse temperature.
La Direzione dei Lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego, mediante:
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la determinazione dei tempi d'inizio e fine presa del calcestruzzo additivato mediante la misura della resistenza alla penetrazione, da eseguire con riferimento alla norma UNI 7123.

Le prove di resistenza a compressione di regola devono essere eseguite dopo la stagionatura di 28 giorni, la presenza dell'additivo non deve comportare diminuzione della resistenza del calcestruzzo.

g) Additivi fluidificanti e superfluidificanti
Gli additivi fluidificanti sono da utilizzarsi per aumentare la fluidità degli impasti, mantenendo costante il rapporto acqua/cemento e la resistenza del calcestruzzo, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori. L'additivo superfluidificante di prima e seconda additivazione dovrà essere di identica marca e tipo. Nel caso in cui il mix design preveda l'uso di additivo fluidificante come prima additivazione, associato ad additivo superfluidificante a piè d'opera, questi dovranno essere di tipo compatibile e preventivamente sperimentati in fase di progettazione del mix design e di prequalifica della miscela.
Dopo la seconda aggiunta di additivo, sarà comunque necessario assicurare la miscelazione per almeno 10 minuti prima dello scarico del calcestruzzo. La direzione dei lavori potrà richiedere una miscelazione più prolungata in funzione dell'efficienza delle attrezzature e delle condizioni di miscelamento.
Il dosaggio degli additivi fluidificanti dovrà essere contenuto tra lo 0,2 e lo 0,3% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. Gli additivi superfluidificanti vengono aggiunti in quantità superiori al 2% rispetto al peso del cemento. In generale, per quanto non specificato si rimanda alla norma UNI EN934-2. La Direzione dei Lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:
- la determinazione della consistenza dell'impasto mediante l'impiego della tavola a scosse con riferimento alla norma UNI 8020;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- la prova di essudamento prevista dalla norma UNI 7122.

h) Additivi aeranti
Gli additivi aeranti sono da utilizzarsi per migliorare la resistenza del calcestruzzo ai cicli di gelo e disgelo, previa autorizzazione della Direzione dei Lavori. La quantità dell'aerante deve essere compresa tra lo 0,005 e lo 0,05% (ovvero come indicato dal fornitore) del peso del cemento. La Direzione dei Lavori si riserva di verificare la loro azione prima e dopo l'impiego mediante:
- la determinazione del contenuto d'aria secondo la norma UNI EN12350-7;
- l'esecuzione di prove di resistenza meccanica del calcestruzzo previste dal paragrafo 11.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 e norme UNI applicabili per la fornitura contrattuale;
- prova di resistenza al gelo secondo la norma UNI 7087;
- prova di essudamento secondo la norma UNI 7122.

Le prove di resistenza a compressione del calcestruzzo, di regola, devono essere eseguite dopo la stagionatura.

17) - Acciai per calcestruzzi armati

a) Generalità
Le forme di controllo obbligatorie: le norme tecniche per le costruzioni per tutti gli acciai prevedono tre forme di controllo obbligatorie:
- in stabilimento di produzione, da eseguirsi sui lotti di produzione;
- nei centri di trasformazione, da eseguirsi sulle forniture;
- di accettazione in cantiere, da eseguirsi sui lotti di spedizione.

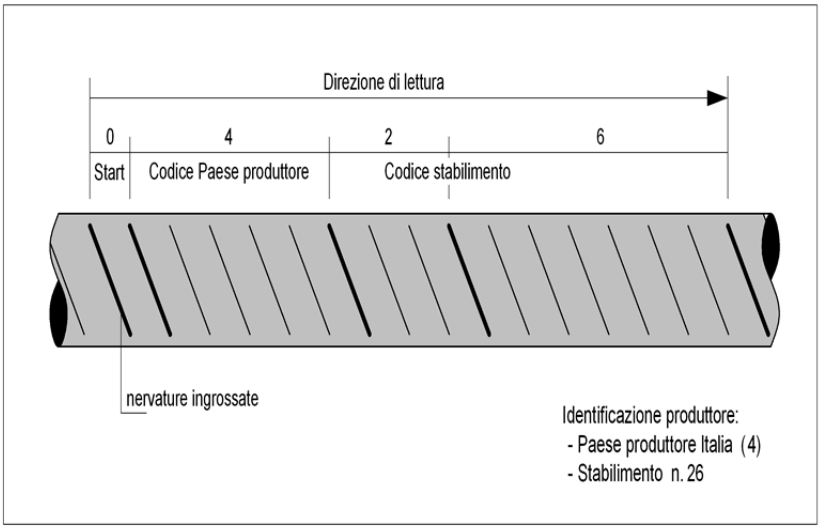
A tale riguardo si definiscono:
- lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (rotolo finito, bobina di trefolo, fascio di barre, ecc.). Un lotto di produzione deve avere valori delle grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) e può essere compreso tra 30 e 120 t;
- forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee;
- lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi valori delle grandezze nominali omogenee.

La marcatura e la rintracciabilità dei prodotti qualificati: ciascun prodotto qualificato deve essere costantemente riconoscibile, per quanto concerne le caratteristiche qualitative, e rintracciabile, per quanto concerne lo stabilimento di produzione. Il marchio indelebile deve essere depositato presso il servizio tecnico centrale e deve consentire, in maniera inequivocabile, di risalire:
- all'azienda produttrice;
- allo stabilimento;
- al tipo di acciaio e alla sua eventuale saldabilità.

Per stabilimento si intende un'unità produttiva a sé stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato. Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, differenti possono essere i sistemi di marchiatura adottati, anche in relazione all'uso, quali, per esempio, l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, la targhettatura, la sigillatura dei fasci e altri. Permane, comunque, l'obbligatorietà del marchio di laminazione per quanto riguarda le barre e i rotoli.
Ogni prodotto deve essere marchiato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marchiatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.
Per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura deve essere tale che, prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, etc.), il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio, nonché al lotto di produzione e alla data di produzione.
Tenendo presente che gli elementi determinanti della marcatura sono la sua inalterabilità nel tempo e l'impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella documentazione presentata al servizio tecnico centrale, e deve comunicare tempestivamente le eventuali modifiche apportate. I prodotto di acciaio non può essere impiegato in caso di:

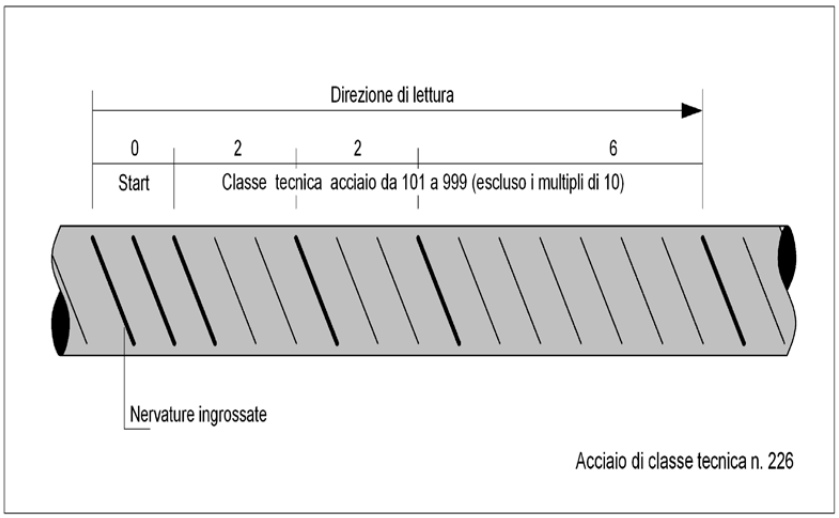
- mancata marcatura;
- non corrispondenza a quanto depositato;
- illeggibilità, anche parziale, della marcatura.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal servizio tecnico centrale.



Identificazione del produttore: Il criterio di identificazione dell'acciaio prevede che su un lato della barra/rotolo vengano riportati dei simboli che identificano l'inizio di lettura del marchio (start: due nervature ingrossate consecutive), l'identificazione del paese produttore e dello stabilimento.

b) Identificazione della classe tecnica
Sull'altro lato della barra/rotolo, l'identificazione prevede dei simboli che identificano l'inizio della lettura (start: tre nervature ingrossate consecutive) e un numero che identifica la classe tecnica dell'acciaio che deve essere depositata presso il registro europeo dei marchi, da 101 a 999 escludendo i multipli di 10.



In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del Direttore dei Lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio ufficiale non possono assumere valenza ai sensi delle Norme tecniche per le costruzioni e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.
Il caso dell'unità marcata scorporata. Le ulteriori indicazioni del Direttore dei Lavori per le prove di laboratorio: Può accadere che durante il processo costruttivo, presso gli utilizzatori, presso i commercianti o presso i trasformatori intermedi, l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) venga scorporata, per cui una parte, o il tutto, perda l'originale marcatura del prodotto. In questo caso, tanto gli utilizzatori quanto i

commercianti e i trasformatori intermedi, oltre a dover predisporre idonee zone di stoccaggio, hanno la responsabilità di documentare la provenienza del prodotto mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il servizio tecnico centrale.
In tal caso, i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal Direttore dei Lavori.
Conservazione della documentazione d'accompagnamento: I produttori, i successivi intermediari e gli utilizzatori finali devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno dieci anni e devono mantenere evidenti le marcature o le etichette di riconoscimento per la rintracciabilità del prodotto.
Indicazione del marchio identificativo nei certificati delle prove meccaniche: Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento sia in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove.
Nel caso i campioni fossero sprovvisti del marchio identificativo, ovvero il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il servizio tecnico centrale, il laboratorio dovrà tempestivamente informare di ciò il servizio tecnico centrale e il direttore dei lavori.
Le certificazioni così emesse non possono assumere valenza ai fini della vigente normativa, il materiale non può essere utilizzato e il direttore dei lavori deve prevedere, a cura e spese dell'impresa, l'allontanamento dal cantiere del materiale non conforme.
Forniture e documentazione di accompagnamento: l'attestato di qualificazione: Le norme tecniche stabiliscono che tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale. L'attestato di qualificazione può essere utilizzato senza limitazione di tempo, inoltre deve riportare il riferimento al documento di trasporto.
Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio.
Il Direttore dei Lavori, prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

c) Centri di trasformazione
Le norme tecniche definiscono centro di trasformazione, nell'ambito degli acciai per cemento armato, un impianto esterno al produttore e/o al cantiere, fisso o mobile, che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre o rotoli, reti, lamiere o profilati, profilati cavi, etc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in cemento armato quali, per esempio, elementi saldati e/o presagomati (staffe, ferri piegati, etc.) o preassemblati (gabbie di armatura), pronti per la messa in opera o per successive lavorazioni.
Il centro di trasformazione deve possedere tutti i requisiti previsti dalle norme tecniche per le costruzioni.
Rintracciabilità dei prodotti: Il centro di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dall'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale.
Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nel centro di trasformazione vengano utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate che garantiscano la rintracciabilità dei prodotti.

d) Documentazione di accompagnamento e verifiche del Direttore dei Lavori
Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore devono essere accompagnati da idonea documentazione che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso. In particolare, ogni fornitura in cantiere di elementi presaldati, presagomati o preassemblati deve essere accompagnata:

- da dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal servizio tecnico centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- dall'attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal direttore tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il direttore dei lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore statico, che deve riportare nel certificato di collaudo statico gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.
Le norme tecniche per le costruzioni ammettono esclusivamente l'impiego di acciai saldabili e nervati idoneamente qualificati secondo le procedure previste dalle stesse norme e controllati con le modalità previste per gli acciai per cemento armato precompresso e per gli acciai per carpenterie metalliche.
I tipi di acciai per cemento armato previsti dal D.M. 14 gennaio 2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni" (saldabili e ad aderenza migliorata) sono:

B450C (6 ≤ ø ≤ 50 mm)
B450A (5 ≤ ø ≤ 12 mm)

e) Acciaio per cemento armato B450C
L'acciaio per cemento armato B450C (laminato a caldo) è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

- $f_{y\,nom}$: 450 N/mm²;
- $f_{t\,nom}$: 540 N/mm².

Caratteristiche		Requisiti	Frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}		≥ $f_{y\,nom}$	5,0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}		≥ $f_{t\,nom}$	5,0
$(f_t/f_y)_k$		≥ 1,15 ≤ 1,35	10,0
$(f_y/f_{y\,nom})_k$		≤ 1,25	10,0
Allungamento $(A_{gt})_k$		≥ 7,5%	10,0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche	ø < 12mm	4 ø	-
	12 ≤ ø ≤ 16 mm	5 ø	-
	per 16 < ø ≤ 25 mm	8 ø	-
	per 25 < ø ≤ 50 mm	10 ø	-

f) Acciaio per cemento armato B450A
L'acciaio per cemento armato B450A (trafilato a freddo), caratterizzato dai medesimi valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio B450C, deve rispettare i requisiti indicati nella tabella:

Caratteristiche	Requisiti	Frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{y\,nom}$	5,0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{t\,nom}$	5,0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,05$	10,0
$(f_y/f_{y\,nom})_k$	$\leq 1,25$	10,0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 2,5\%$	10,0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche: ø < 10mm	4 ø	-

g) L'accertamento delle proprietà meccaniche

L'accertamento delle proprietà meccaniche degli acciai deve essere condotto secondo le seguenti norme (paragrafo 11.3.2.3 norme tecniche):

- UNI EN ISO 15630-1 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 1: Barre, rotoli e fili per calcestruzzo armato;
- UNI EN ISO 15630-2 - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova. Parte 2: Reti saldate.

Per gli acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche devono essere determinate su provette mantenute per 60 minuti a 100 ± 10 °C e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente.

In ogni caso, qualora lo snervamento non sia chiaramente individuabile, si deve sostituire f_y, con $f_{(0,2)}$.

h) Prova di piegamento

La prova di piegamento e di raddrizzamento deve essere eseguita alla temperatura di 20 + 5 °C piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 30 minuti a 100 ± 10 °C e procedendo, dopo raffreddamento in aria, al parziale raddrizzamento per almeno 20°. Dopo la prova il campione non deve presentare cricche.

i) Prova di trazione

La prova a trazione per le barre è prevista dalla norma UNI EN ISO 15630-1. I campioni devono essere prelevati in contraddittorio con l'appaltatore al momento della fornitura in cantiere. Gli eventuali trattamenti di invecchiamento dei provini devono essere espressamente indicati nel rapporto di prova.

La lunghezza dei campioni delle barre per poter effettuare sia la prova di trazione sia la prova di piegamento deve essere di almeno 100 cm. (consigliato 150 cm.).

Riguardo alla determinazione di A_{gt}, allungamento percentuale totale alla forza massima di trazione F_m, bisogna considerare che:

- se A_{gt} è misurato usando un estensimetro, A_{gt} deve essere registrato prima che il carico diminuisca più di 0,5% dal relativo valore massimo;
- se A_{gt} è determinato con il metodo manuale, A_{gt} deve essere calcolato con la seguente formula:

$$A_{gt} = A_g + R_m/2000$$

dove

- A_g è l'allungamento percentuale non-proporzionale al carico massimo F_m
- R_m è la resistenza a trazione (N/mm^2).

La misura di A_g deve essere fatta su una lunghezza della parte calibrata di 100 mm. a una distanza r_2 di almeno 50 mm. o 2 il diametro (il più grande dei due) lontano dalla frattura. Questa misura può essere considerata come non valida se la distanza r_1 fra le ganasce e la lunghezza della parte calibrata è inferiore a 20 mm. o il diametro (il più grande dei due).

La norma UNI EN 15630-1 stabilisce che in caso di contestazioni deve applicarsi il metodo manuale.

Le caratteristiche dimensionali e di impiego: L'acciaio per cemento armato è generalmente prodotto in stabilimento sotto forma di barre o rotoli, reti o tralicci, per utilizzo diretto o come elementi di base per successive trasformazioni (paragrafo 11.3.2.4 Norme tecniche).

Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, etc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera. Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature o indentature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

La marcatura dei prodotti deve consentirne l'identificazione e la rintracciabilità.

La documentazione di accompagnamento delle forniture deve rispettare le prescrizioni stabilite dalle Norme tecniche, in particolare è necessaria per quei prodotti per i quali non sussiste l'obbligo della marcatura CE.

Le barre sono caratterizzate dal diametro ø della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm^3.

I diametri di impiego per gli acciai B450C e B450A, in barre e in rotoli, sono riportati nelle tabelle seguenti:

Acciaio in barre	Diametro ø (mm)	Acciaio in rotoli	Diametro ø (mm)
B450C	$6 \leq ø \leq 40$	B450C	$6 \leq ø \leq 16$
B450A	$5 \leq ø \leq 10$	B450A	$5 \leq ø \leq 10$

l) La sagomatura e l'impiego

Le Norme tecniche stabiliscono che la sagomatura e/o l'assemblaggio dei prodotti possono avvenire (paragrafo 11.3.2.4 Norme tecniche):

- in cantiere, sotto la vigilanza della direzione dei lavori;
- in centri di trasformazione, solo se dotati dei requisiti previsti.

Nel primo caso, per cantiere si intende esplicitamente l'area recintata del cantiere, all'interno della quale il costruttore e la direzione dei lavori sono responsabili dell'approvvigionamento e lavorazione dei materiali, secondo le competenze e responsabilità che la legge da sempre attribuisce a ciascuno. Al di fuori dell'area di cantiere, tutte le lavorazioni di sagomatura e/o assemblaggio devono avvenire esclusivamente in centri di trasformazione provvisti dei requisiti delle indicati dalle Nuove norme tecniche.

m) Le reti e i tralicci elettrosaldati

Gli acciai delle reti e dei tralicci elettrosaldati devono essere saldabili. L'interasse delle barre non deve superare i 330 mm. I tralicci sono dei componenti reticolari composti con barre e assemblati mediante saldature. Per le reti e i tralicci in acciaio (B450C o B450A), gli elementi base devono avere diametro ø come riportato nella tabella seguente:

Acciaio tipo	Diametro ø degli elementi base
B450C	6 mm ≤ ø ≤ 16 mm
B450A	5 mm ≤ ø ≤ 10 mm

Il rapporto tra i diametri delle barre componenti le reti e i tralicci deve essere: $ø_{min}/ ø_{max} \geq 0,6$.

I nodi delle reti devono resistere a una forza di distacco determinata in accordo con la norma UNI ENISO 15630-2 pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm². Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo deve essere controllata e certificata dal produttore di reti e di tralicci secondo le procedure di qualificazione di seguito riportate. In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche. Nel caso dei tralicci, è ammesso l'uso di staffe aventi superficie liscia perché realizzate con acciaio B450A oppure B450C saldabili. La produzione di reti e tralicci elettrosaldati può essere effettuata a partire da materiale di base prodotto nello stesso stabilimento di produzione del prodotto finito o da materiale di base proveniente da altro stabilimento.
Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti in altro stabilimento, questi ultimi possono essere costituiti da acciai provvisti di specifica qualificazione o da elementi semilavorati quando il produttore, nel proprio processo di lavorazione, conferisca al semilavorato le caratteristiche meccaniche finali richieste dalla norma.
In ogni caso, il produttore dovrà procedere alla qualificazione del prodotto finito, rete o traliccio.

n) Marchiatura di identificazione
Ogni pannello o traliccio deve essere inoltre dotato di apposita marchiatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso.
La marchiatura di identificazione può essere anche costituita da sigilli o etichettature metalliche indelebili con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto, ovvero da marchiatura supplementare indelebile. In ogni caso, la marchiatura deve essere identificabile in modo permanente anche dopo l'annegamento nel calcestruzzo della rete o del traliccio elettrosaldato.
Laddove non fosse possibile tecnicamente applicare su ogni pannello o traliccio la marchiatura secondo le modalità sopra indicate, dovrà essere comunque apposta su ogni pacco di reti o tralicci un'apposita etichettatura, con indicati tutti i dati necessari per la corretta identificazione del prodotto e del produttore. In questo caso, il Direttore dei Lavori, al momento dell'accettazione della fornitura in cantiere, deve verificare la presenza della predetta etichettatura.
Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento, ovvero in stabilimenti del medesimo produttore, la marchiatura del prodotto finito può coincidere con la marchiatura dell'elemento base, alla quale può essere aggiunto un segno di riconoscimento di ogni singolo stabilimento.

o) Acciaio inossidabile in barre ad aderenza migliorata
Gli acciai inossidabili dovranno rientrare nelle categorie di cui al punto 2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni", e dovranno rispettare tutte le caratteristiche fisiche, tecnologiche e meccaniche ivi previste; dovranno inoltre essere del tipo austenitico (ivi compresi gli acciai austenitici all'Azoto) o austenitico-ferritico. Per tali acciai il produttore dovrà fornire l'attestato di deposito rilasciato dal Servizio Tecnico del C.S. LL. PP. attraverso prove certificate da Laboratori Ufficiali, documentazione comprovante che tali acciai siano del tipo austenitico (ivi compresi gli acciai austenitici all'Azoto) o austenitico-ferritico, e precisato gli specifici provvedimenti di saldatura che dovranno essere utilizzati in cantiere o in officina; per i controlli in cantiere o nel luogo di lavorazione delle barre si procederà come al punto 2.2 del D.M. 14 gennaio 2008. Le modalità di prelievo dei campioni da sottoporre a prova, nonché l'accettazione della partita, sono analoghe a quelle riportate ai precedenti punti. L'uso di detto acciaio deve essere previsto rigorosamente in progetto, e giustificato alla luce delle situazioni ambientali, nonché concretamente motivato.

18) - Acciai per cemento armato precompresso e funi per impieghi strutturali

a) Generalità
È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai qualificati secondo le procedure previste dalle Norme tecniche per le costruzioni.

b) Acciaio per armature da precompressione
L'acciaio per armature da precompressione è generalmente fornito secondo le forme indicate qui di seguito:
- filo: prodotto trafilato di sezione piena che possa fornirsi in rotoli;
- barra: prodotto laminato di sezione piena che possa fornirsi soltanto in forma di elementi rettilinei;
- treccia: due o tre fili avvolti a elica intorno al loro comune asse longitudinale. Il passo e il senso di avvolgimento dell'elica sono uguali per tutti i fili della treccia;
- trefolo: fili avvolti a elica intorno a un filo rettilineo completamente ricoperto dai fili elicoidali. Il passo e il senso di avvolgimento dell'elica sono uguali per tutti i fili di uno stesso strato.

I fili possono essere tondi o di altre forme e vengono individuati mediante il diametro nominale o il diametro nominale equivalente riferito alla sezione circolare equipesante. Non è consentito l'impiego di fili lisci nelle strutture precompresse ad armature pretese.
Le barre possono essere lisce, a filettatura continua o parziale, o con risalti e vengono individuate mediante il diametro nominale.
I prodotti devono essere dotati di marcatura generalmente costituita da sigillo o etichettatura sulle legature. Le forniture devono essere accompagnate dalla prescritta documentazione.
Gli acciai per armature da precompressione possono essere forniti in:
- rotoli (fili, trecce, trefoli);
- bobine (trefoli);
- fasci (barre).

c) Funi in acciaio
In funzione del tipo di applicazione potranno in generale essere utilizzate funi spiroidali o funi a trefoli conformi alle normative vigenti per le funi di acciaio per uso strutturale e di diametri diversi a seconda della loro collocazione e funzione statica.
Per le funi, i fili devono essere forniti in rotoli di diametro tale che, all'atto dello svolgimento, allungati al suolo su un tratto di 10 ml. non presentino curvatura con freccia superiore a 400 mm.; il produttore deve indicare il diametro minimo di avvolgimento.
Ciascun rotolo di filo liscio, ondulato o con impronte, deve essere esente da saldature.
Sono ammesse le saldature di fili destinati alla produzione di trecce e di trefoli se effettuate prima della trafilatura; per i trefoli sono ammesse saldature anche durante l'operazione di cordatura, purché tali saldature siano opportunamente distanziate e sfalsate.
All'atto della posa in opera, gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione, difetti superficiali visibili, pieghe.
È tollerata un'ossidazione che scompaia totalmente mediante sfregamento con un panno asciutto.
Non è ammessa in cantiere alcuna operazione di raddrizzamento.
Ove previsto dal progetto e/o necessario in funzione dell'aggressività dell'ambiente e/o della difficoltà di manutenzione dovranno essere fornite funi in acciaio inossidabile AISI 316 (UNI 6900/71). In tal caso anche tutti gli elementi di accoppiamento (morsetti, golfari, etc.) dovranno essere forniti in acciaio inox al fine di evitare fenomeni di corrosione elettrochimica.
In ogni caso dovrà essere assicurata una adeguata durabilità prevedendo per le funi non inossidabili una opportuna zincatura:
- tutti i fili dovranno essere zincati a finimento in classe "A" secondo UNI 7304-ISO 2232 e poi cordati;

- per evitare la corrosione interna, gli strati della fune spiroidale generalmente dovranno essere riempiti con antiossidante fino al penultimo strato;
- la superficie esterna dovrà essere ulteriormente protetta nel tempo con idonei trattamenti.

Anche per gli i terminali, ove non previsto e/o necessario ai fini della durabilità l'utilizzo di acciaio inossidabile AISI 316, dovrà essere prevista la zincatura con le seguenti caratteristiche minime:

- Zincatura a caldo, spessore minimo 80 µm, per terminali, rosette sferiche e piastre di appoggio;
- Zincatura elettrolitica spessore minimo 10 µm, per aste, dadi e rosette piane.

Per applicazioni nella quale non è prevista la piegatura su redance e/o il fissaggio con morsetti a cavallotto verranno generalmente utilizzate funi spiroidali.
Per applicazioni nella quale è invece prevista la piegatura (es. piegatura su radance e/o il fissaggio con morsetti a cavallotto) verranno invece utilizzate opportune funi di tipo "morbido" (es. funi a trefoli con alto numero di filamenti).
Il carico di rottura minimo garantito indicato dal produttore della fune e di tutti gli elementi che costituiscono il sistema (manicotti, morsetti, golfari, etc.) deve essere maggiore del carico previsto dal progetto.

d) I controlli

Le nuove norme tecniche per l'acciaio per cemento armato precompresso e per le funi prevedono tre forme di controllo obbligatorie:

- controlli in stabilimento;
- controlli negli stabilimenti permanenti di prefabbricazione e nel luogo di formazione dei cavi;
- accettazione in cantiere.

I controlli eseguiti in stabilimento si riferiscono a lotti di produzione (massimo 120 t).
I controlli eseguiti negli stabilimenti permanenti di prefabbricazione e nel luogo di formazione dei cavi si riferiscono a forniture (massimo 90 t).
L'accettazione eseguita in cantiere si riferisce a lotti di spedizione (massimo 30 t).
A tale riguardo si definiscono:

- lotti di produzione;
- forniture;
- lotti di spedizione.

I lotti di produzione si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (numero di rotolo finito, della bobina di trefolo e del fascio di barre). Un lotto di produzione deve avere grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) ed essere compreso tra 30 e 120 tonnellate.
Le forniture sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione). I lotti di spedizione, infine, sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).
I controlli in cantiere possono essere omessi quando il prodotto utilizzato in cantiere proviene da uno stabilimento di prefabbricazione o da un luogo di formazione dei cavi nel quale sono stati effettuati i controlli di cui al punto precedente.
In quest'ultimo caso, la fornitura del materiale deve essere accompagnata da idonea documentazione attestante l'esecuzione delle prove di cui sopra con l'indicazione del cantiere di destinazione.
Resta comunque nella discrezionalità del direttore dei lavori la facoltà di effettuare tutti gli eventuali controlli ritenuti opportuni.

e) Le prescrizioni comuni. Le modalità di prelievo

I saggi sugli acciai da cemento armato precompresso destinati ai controlli:

- non devono essere avvolti con diametro inferiore a quello della bobina o del rotolo di provenienza;
- devono essere prelevati con le lunghezze richieste dal laboratorio incaricato delle prove e in numero sufficiente per eseguire eventuali prove di controllo successive;
- devono essere adeguatamente protetti nel trasporto.

f) I controlli nei centri di trasformazione

I controlli nei centri di trasformazione sono obbligatori e devono essere effettuati a cura del direttore tecnico dello stabilimento. I controlli devono essere eseguiti secondo le modalità di seguito indicate.
Effettuato un prelievo di tre saggi provenienti da una stessa fornitura, intesa come lotto formato da massimo 90 t, e appartenenti a una stessa categoria, si determinano, mediante prove eseguite presso un laboratorio ufficiale, i corrispondenti valori minimi di f_{pt}, f_{py}, $f_{p(1)}$, $f_{p(0,1)}$.
I risultati delle prove sono considerati compatibili con quelli ottenuti in stabilimento se nessuno dei valori minimi sopra indicati è inferiore ai corrispondenti valori caratteristici garantiti dal produttore. Nel caso in cui anche uno solo dei valori minimi suddetti non rispetti la corrispondente condizione, verranno eseguite prove supplementari soggette a valutazioni statistiche, come di seguito indicato. Il campione da sottoporre a prove supplementari è costituito da almeno dieci saggi prelevati da altrettanti rotoli, bobine o fasci. Se il numero dei rotoli, bobine o fasci costituenti il lotto è inferiore a dieci, da alcuni rotoli o bobine verranno prelevati due saggi, uno da ciascuna estremità. Per le barre vengono prelevati due saggi da due barre diverse dello stesso fascio.
Ogni saggio deve recare contrassegni atti a individuare il lotto e il rotolo, la bobina o il fascio di provenienza.
Effettuato il prelievo supplementare, si determinano, mediante prove effettuate presso un laboratorio ufficiale, i corrispondenti valori medi g_{mn} e le deviazioni standard s_n di f_{pt}, f_{py}, $f_{p(1)}$, $f_{p(0,1)}$.
I risultati delle prove vengono considerati compatibili con quelli ottenuti in stabilimento se:

1. per le tensioni di rottura f_{pt}:
   - $g_{mn} \geq 1{,}03\, f_{ptk}$
   - $s_n \leq 0{,}05\, f_{ptk}$
2. per le grandezze f_{pt}, $f_{p(1)}$, $f_{p(0,1)}$:
   - $g_{mn} \geq 1{,}04\ (f_{pyk}, f_{p(1)k}, f_{p(0,1)k})$
   - $s_n \leq 0{,}07\ (f_{pyk}, f_{p(1)k}, f_{p(0,1)k})$
3. i valori del modulo di elasticità longitudinale E_p sono conformi al valore garantito dal produttore, con una tolleranza del ±5%.

Se tali disuguaglianze non sono verificate, o se non sono rispettate le prescrizioni riguardanti le proprietà e le tolleranze, si ripeteranno le prove su altri dieci saggi, previo avviso al produttore. L'ulteriore risultato negativo comporta l'inidoneità della partita e la trasmissione dei risultati al produttore, che è tenuto a farli inserire tra i risultati dei controlli statistici della sua produzione. In tal caso, il direttore tecnico del centro di trasformazione deve comunicare il risultato anomalo sia al laboratorio incaricato del controllo sia al servizio tecnico centrale.
Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del direttore tecnico del centro di trasformazione che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, etc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.
Per le caratteristiche dei certificati emessi dal laboratori, è fatta eccezione per il marchio di qualificazione, normalmente non presente sugli acciai da cemento armato precompresso, per il quale si potrà fare riferimento ad eventuali cartellini identificativi ovvero ai dati dichiarati del

richiedente.
Il direttore tecnico del centro di trasformazione deve curare la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo.
Tutte le forniture provenienti da un centro di trasformazione devono essere accompagnate dalla documentazione prevista.

g) I controlli di accettazione in cantiere
I controlli in cantiere, demandati al direttore dei lavori, sono obbligatori e devono essere eseguiti secondo le medesime indicazioni di cui al precedente paragrafo, con l'avvertenza che il prelievo preliminare dei tre saggi deve essere effettuato per ogni lotto di spedizione, di massimo 30 t.
Qualora la fornitura di cavi preformati provenga da un centro di trasformazione, il direttore dei lavori, esaminata preliminarmente la documentazione attestante il possesso di tutti i requisiti previsti dalle Nuove norme tecniche, che il suddetto centro di trasformazione è tenuto a trasmettergli, può recarsi presso il medesimo centro di trasformazione ed effettuare in stabilimento tutti i controlli previsti. In tal caso, il prelievo dei campioni deve essere effettuato dal direttore tecnico del centro di trasformazione secondo le disposizioni del direttore dei lavori. Quest'ultimo deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili ecc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio ufficiale incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati, nonché sottoscrivere la relativa richiesta di prove.
Per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove e di compilazione dei certificati valgono le medesime disposizioni di cui al precedente paragrafo.

19) - Acciai per strutture metalliche

a) Caratteristiche e requisiti generali
Per la realizzazione di strutture metalliche e di strutture composte, si dovranno utilizzare acciai conformi alle Norme tecniche di cui al D.M. 14 gennaio 2008 nonché alle norme armonizzate della serie UNI EN 10025 (per i laminati), UNI EN 10210 (per i tubi senza saldatura) e UNI EN10219-1 (per i tubi saldati), recanti la marcatura CE, cui si applica il sistema di attestazione della conformità 2+ e per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale Unione Europea (GUUE). Al termine del periodo di coesistenza, il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se in possesso della marcatura CE, prevista dalla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione (CPD), recepita in Italia dal D.P.R. n. 246/1993, così come modificato dal D.P.R. n. 499/1997.
Per gli acciai di cui alle norme armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210 e UNI EN 10219-1, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità e in favore di sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} da utilizzare nei calcoli - si assumono i valori nominali $f_y = R_{eH}$ e $f_t = R_m$, riportati nelle relative norme di prodotto.
Per quanto attiene l'identificazione e la qualificazione, può configurarsi il caso di prodotti per i quali non sia applicabile la marcatura CE e non sia disponibile una norma armonizzata, ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, e per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle Norme tecniche per le costruzioni. È fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il produttore abbia volontariamente optato per la marcatura CE. Si applicano anche le procedure di controllo per gli acciai da carpenteria.
Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova, devono rispondere alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377, UNI 552, UNI EN 10002-l e UNI EN 10045-1.
Gli acciai di uso generale laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti e lamiere devono appartenere a uno dei tipi previsti nella norma EN 10025-1÷6 e devono e essere in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio tecnico centrale.
Il produttore dichiara, nelle forme previste, le caratteristiche tecniche contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.P.R. n. 246/1993.
Gli acciai di uso generale in forma di profilati cavi (anche tubi saldati provenienti da nastro laminato a caldo) devono appartenere a uno dei tipi aventi le caratteristiche meccaniche riportate nelle specifiche norme europee di riferimento nelle classi di duttilità JR, J0, J2 e K2.
Il produttore dichiara le caratteristiche tecniche che devono essere contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.P.R. n. 246/1993. Ogni elemento metallico della struttura dovrà essere adeguatamente protetto: contro il fuoco, ai sensi delle specifiche norme di sicurezza e verso l'ambiente corrosivo. I rivestimenti prescelti per le opere in acciaio , previa approvazione della Direzione dei Lavori e, per competenza, del Progettista, dovranno garantire: l'eliminazione delle operazioni di manutenzione degli stessi; il mantenimento della leggibilità della specifica identità tecnologica di ciascun elemento. Dovranno pertanto essere di norma impiegati rivestimenti del tipo intumescenti.
Le prove di carico delle strutture dovranno avvenire dopo la loro ultimazione in opera e prima che siano applicate le ultime mani di vernice, previa verifica dell'esecuzione in conformità ai relativi elaborati esecutivi di progetto.
Gli spessori nominali dei laminati, per gli acciai di cui alle norme europee UNI EN 10025, UNI EN 10210 e UNI EN 10219-1, sono riportati nelle tabelle seguenti:

Laminati a caldo con profili a sezione aperta				
Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f_{yk} (N/mm²)	f_{tk} (N/mm²)	f_{yk} (N/mm²)	f_{tk} (N/mm²)
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

Laminati a caldo con profili a sezione cava				
Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f_{yk} (N/mm²)	f_{tk} (N/mm²)	f_{yk} (N/mm²)	f_{tk} (N/mm²)
UNI EN 10210-1				
S 235 H	235	360	215	340
S 275 H	275	430	255	410
S 355 H	355	510	335	490
S 275 NH/NLH	275	390	255	370
S 355 NH/NLH	355	490	335	470
S 420 NH/NLH	420	540	390	520
S 460 NH/NLH	460	560	430	550
UNI EN 10219-1				
S 235 H	235	360	-	-
S 275 H	275	430	-	-
S 355 H	355	510	-	-
S 275 NH/NLH	275	370	-	-
S 355 NH/NLH	355	470	-	-
S 275 NH/NLH	275	360	-	-
S 355 NH/NLH	355	470	-	-
S 420 NH/NLH	420	500	-	-
S 460 NH/NLH	460	530	-	-

È consentito l'impiego di tipi di acciaio diversi da quelli sopra indicati purché venga garantita alla costruzione, con adeguata documentazione teorica e sperimentale, una sicurezza non minore di quella prevista dalle presenti norme.

b) Acciai per strutture saldate

Gli acciai per strutture saldate, oltre a soddisfare le condizioni generali, devono avere composizione chimica conforme a quanto riportato nelle norme europee armonizzate applicabili previste dalle Nuove norme tecniche. La qualificazione dei saldatori: La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale. I saldatori nei procedimenti semiautomatici e manuali dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN287-1 da parte di un ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma UNI EN 287-1, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa. Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN1418. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 15614-1.

Le durezze eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV 30. Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura a innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori a innesco sulla punta), si applica la UNI ENISO 14555. Valgono, perciò, i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 dell'appendice A della stessa norma.

Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un ente terzo. In assenza di prescrizioni in proposito, l'ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza. Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.

Nell'esecuzione delle saldature dovranno, inoltre, essere rispettate le norme UNI EN 1011 (parti 1 e 2) per gli acciai ferritici, e UNI EN 1011 (parte 3) per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692-1.

Oltre alle prescrizioni applicabili per i centri di trasformazione, il costruttore deve corrispondere a particolari requisiti.

In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834 (parti 2 e 4). Il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura deve corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata validità. La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un ente terzo scelto, in assenza di prescrizioni, dal costruttore secondo criteri di indipendenza e di competenza.

b) Le specifiche per gli acciai da carpenteria in zona sismica

L'acciaio costituente le membrature, le saldature e i bulloni deve essere conforme ai requisiti riportati nelle norme sulle costruzioni in acciaio. Per le zone dissipative si devono applicare le seguenti regole addizionali:

- per gli acciai da carpenteria il rapporto fra i valori caratteristici della tensione di rottura f_{tk} (nominale) e la tensione di snervamento f_{yk} (nominale) deve essere maggiore di 1,20 e l'allungamento a rottura A5, misurato su provino standard, deve essere non inferiore al 20%;
- la tensione di snervamento massima $f_{y,max}$ deve risultare $f_{y,max} \leq 1{,}2\, f_{yk}$;
- i collegamenti bullonati devono essere realizzati con bulloni ad alta resistenza di classe 8,8 o 10,9.

c) Procedure di controllo su acciai da carpenteria

I controlli in stabilimento di produzione: Sono prodotti qualificabili sia quelli raggruppabili per colata che quelli per lotti di produzione.

Ai fini delle prove di qualificazione e di controllo, i prodotti nell'ambito di ciascuna gamma merceologica per gli acciai laminati sono raggruppabili per gamme di spessori, così come definito nelle norme europee armonizzate UNI EN10025, UNI EN10210-1 e UNI EN10219-1. Agli stessi fini, sono raggruppabili anche i diversi gradi di acciai (JR, J0, J2, K2), sempre che siano garantite per tutti le caratteristiche del grado superiore del raggruppamento. Un lotto di produzione è costituito da un quantitativo compreso fra 30 e 120 ton., o frazione residua, per ogni profilo, qualità e gamma di spessore, senza alcun riferimento alle colate che sono state utilizzate per la loro produzione. Per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione corrisponde all'unità di collaudo come definita dalle norme europee armonizzate UNI EN10210-1 e UNI EN10219-1 in base al numero dei pezzi. Ai fini della qualificazione, con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata, ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle Nuove norme tecniche, è fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il produttore abbia volontariamente optato per la marcatura CE, il produttore deve predisporre un'idonea documentazione sulle caratteristiche chimiche, ove pertinenti, e meccaniche, riscontrate per quelle qualità e per quei prodotti che intende qualificare. La documentazione deve essere riferita a una produzione consecutiva relativa a un periodo di tempo di almeno sei mesi e a un quantitativo di prodotti tale da fornire un quadro statisticamente significativo della produzione stessa e comunque o ≥ 2000 ton. oppure a un numero di colate o di lotti ≥ 25. Tale documentazione di prova deve basarsi sui dati sperimentali rilevati dal produttore, integrati dai risultati delle prove di qualificazione effettuate a cura di un laboratorio ufficiale incaricato dal produttore stesso.

Le prove di qualificazione devono riferirsi a ciascun tipo di prodotto, inteso individuato da gamma merceologica, classe di spessore e qualità di acciaio ed essere relative al rilievo dei valori caratteristici; per ciascun tipo verranno eseguite almeno trenta prove su saggi appositamente prelevati. La documentazione del complesso delle prove meccaniche deve essere elaborata in forma statistica calcolando, per lo snervamento e

la resistenza a rottura, il valore medio, lo scarto quadratico medio e il relativo valore caratteristico delle corrispondenti distribuzioni di frequenza. Con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle Nuove norme tecniche, il servizio di controllo interno della qualità dello stabilimento produttore deve predisporre un'accurata procedura atta a mantenere sotto controllo con continuità tutto il ciclo produttivo.
Per ogni colata o per ogni lotto di produzione, contraddistinti dal proprio numero di riferimento, viene prelevato dal prodotto finito un saggio per colata e, comunque, un saggio ogni 80 ton. oppure un saggio per lotto e, comunque, un saggio ogni 40 ton. o frazione. Per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione è definito dalle relative norme UNI di prodotto, in base al numero dei pezzi. Dai saggi di cui sopra, verranno ricavati i provini per la determinazione delle caratteristiche chimiche e meccaniche previste dalle norme europee armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1, rilevando il quantitativo in tonnellate di prodotto finito cui la prova si riferisce. Per quanto concerne f_y e f_t, i dati singoli raccolti, suddivisi per qualità e prodotti (secondo le gamme dimensionali), vengono riportati su idonei diagrammi per consentire di valutare statisticamente nel tempo i risultati della produzione rispetto alle prescrizioni delle presenti Norme tecniche.
È cura e responsabilità del produttore individuare, a livello di colata o di lotto di produzione, gli eventuali risultati anomali che portano fuori limite la produzione e di provvedere a ovviarne le cause. I diagrammi sopraindicati devono riportare gli eventuali dati anomali.
I prodotti non conformi devono essere deviati ad altri impieghi, previa punzonatura di annullamento, e tenendone esplicita nota nei registri.
La documentazione raccolta presso il controllo interno di qualità dello stabilimento produttore deve essere conservata a cura del produttore.

d) Le officine per la produzione di carpenterie metalliche. Le verifiche del Direttore dei Lavori
I controlli nelle officine per la produzione di carpenterie metalliche sono obbligatori e devono essere effettuati a cura del direttore tecnico dell'officina. Con riferimento ai materiali e ai prodotti per uso strutturale e per i quali non sia disponibile una norma armonizzata ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza, per i quali sia invece prevista la qualificazione con le modalità e le procedure indicate nelle Nuove norme tecniche, i controlli devono essere eseguiti secondo le modalità di seguito indicate. Devono essere effettuate per ogni fornitura minimo tre prove, di cui almeno una sullo spessore massimo e una sullo spessore minimo. I dati sperimentali ottenuti devono soddisfare le prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee armonizzate della serie UNI EN 10025, ovvero le prescrizioni delle tabelle 18.1 e 18.2 per i profilati cavi per quanto concerne l'allungamento e la resilienza, nonché delle norme europee armonizzate della serie UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 per le caratteristiche chimiche. Ogni singolo valore della tensione di snervamento e di rottura non deve risultare inferiore ai limiti tabellari. Deve inoltre controllarsi che le tolleranze di fabbricazione rispettino i limiti indicati nelle norme europee applicabili sopra richiamate e che quelle di montaggio siano entro i limiti indicati dal progettista. In mancanza, deve essere verificata la sicurezza con riferimento alla nuova geometria.
Il prelievo dei campioni deve essere effettuato a cura del direttore tecnico dell'officina, che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, etc., che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati. Per le caratteristiche dei certificati emessi dal laboratorio è fatta eccezione per il marchio di qualificazione, non sempre presente sugli acciai da carpenteria, per il quale si potrà fare riferimento a eventuali cartellini identificativi ovvero ai dati dichiarati dal produttore. Il direttore tecnico dell'officina deve curare la registrazione di tutti i risultati delle prove di controllo interno su apposito registro, di cui dovrà essere consentita la visione a quanti ne abbiano titolo. Tutte le forniture provenienti da un'officina devono essere accompagnate dalla seguente documentazione:

- dichiarazione, su documento di trasporto, degli estremi dell'attestato di avvenuta dichiarazione di attività, rilasciato dal servizio tecnico centrale, recante il logo o il marchio del centro di trasformazione;
- attestazione inerente l'esecuzione delle prove di controllo interno fatte eseguire dal direttore tecnico del centro di trasformazione, con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Qualora il direttore dei lavori lo richieda, all'attestazione di cui sopra potrà seguire copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi, ferme restando le responsabilità del centro di trasformazione. Della documentazione di cui sopra dovrà prendere atto il collaudatore statico, che riporterà, nel certificato di collaudo, gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito l'eventuale materiale lavorato.

20) - I bulloni e i chiodi

a) I bulloni
I bulloni sono organi di collegamento tra elementi metallici, introdotti in fori opportunamente predisposti, composti dalle seguenti parti:

- gambo, completamente o parzialmente filettato con testa esagonale (vite);
- dado di forma esagonale, avvitato nella parte filettata della vite;
- rondella (o rosetta) del tipo elastico o rigido.

In presenza di vibrazioni dovute a carichi dinamici, per evitare lo svitamento del dado, vengono applicate rondelle elastiche oppure dei controdadi.
I bulloni - conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI ENISO 4016 e UNI 5592 - devono appartenere alle sotto indicate classi della norma UNI ENISO 898-1, associate nel modo indicato nelle tabelle seguenti:

Classi di appartenenza di viti e dadi					
Elemento	Normali			Ad alta resistenza	
Vite	4,6	5,6	6,8	8,8	10,9
Dado	4	5	6	8	10

Le tensioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb} delle viti appartenenti alle classi indicate nella tabella precedente sono riportate nella tabella seguente:

Tensioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb} delle viti					
Classe	4,6	5,6	6,8	8,8	10,9
f_{yb} (N/mm²)	240	300	480	649	900
f_{tb} (N/mm²)	400	500	600	800	1000

b) I bulloni per giunzioni ad attrito
I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della tabella seguente (viti e dadi) e devono essere associati come indicato nelle tabelle precedenti.

Bulloni per giunzioni ad attrito		
Elemento	Materiale	Riferimento
Viti	8,8-10,9 secondo UNI EN ISO 898-1	UNI EN14399 (parti 3 e 4)
Dadi	8-10 secondo UNI EN20898-2	
Rosette	Acciaio C 50 UNI EN10083-2: temperato e rinvenuto HRC 32÷40	UNI EN14399 (parti 5 e 6)
Piastrine	Acciaio C 50 UNI EN10083-2 temperato e rinvenuto HRC 32÷40	

Gli elementi di collegamento strutturali ad alta resistenza adatti al precarico devono soddisfare i requisiti di cui alla norma europea armonizzata UNI EN14399-1 e recare la relativa marcatura CE, con le specificazioni per i materiali e i prodotti per uso strutturale per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato sulla GUUE (Gazzetta Ufficiale Unione Europea). Al termine del periodo di coesistenza, il loro impiego nelle opere è possibile soltanto se in possesso della marcatura ce, prevista dalla direttiva 89/106/CEE sui prodotti da costruzione (CPD), recepita in Italia dal D.P.R. n. 246/1993, così come modificato dal D.P.R. n. 499/1997.

c) I chiodi
Per i chiodi da ribadire a caldo si devono impiegare gli acciai previsti dalla norma UNI 7356. Le unioni con i chiodi sono rare perché di difficile esecuzione (foratura del pezzo, montaggio di bulloni provvisori, riscaldamento dei chiodi e successivo alloggiamento e ribaditura), a differenza delle unioni con bulloni più facili e veloci da eseguire. Tuttavia, non è escluso che le chiodature possano essere impiegate in particolari condizioni, come ad esempio negli interventi di restauro di strutture metalliche del passato.

d) I connettori a piolo
Nel caso in cui si utilizzino connettori a piolo, l'acciaio deve essere idoneo al processo di formazione dello stesso e compatibile per saldatura con il materiale costituente l'elemento strutturale interessato dai pioli stessi. Esso deve avere le seguenti caratteristiche meccaniche:

- allungamento percentuale a rottura (valutato su base $L_0 = 5{,}65\sqrt{A_0}$ dove A_0 è l'area della sezione trasversale del saggio) ≥ 12;
- rapporto $f_t / f_y \geq 1{,}2$.

Quando i connettori vengono uniti alle strutture con procedimenti di saldatura speciali, senza metallo d'apporto, essi devono essere fabbricati con acciai la cui composizione chimica soddisfi le limitazioni seguenti:

- C ≤ 0,18%;
- M_n ≤ 0,9%;
- S ≤ 0,04%;
- P ≤ 0,05%.

21) - Altri materiali metallici

I materiali metallici da impiegare dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciature, paglie o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili; dovranno presentare, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

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

b) Profilati, barre, piatti in acciaio di uso generale
L'acciaio profilato e laminato di uso generale dovrà essere eminentemente dolce e malleabile, perfettamente lavorabile a freddo ed a caldo, senza presentare screpolature od alterazioni; dovrà essere saldabile e non suscettibile di prendere la tempra; alla rottura dovrà presentare struttura finemente granulare ed aspetto sericeo.

c) Acciai inossidabili
La composizione e le caratteristiche meccaniche dei vari tipi di acciaio impiegati devono corrispondere ai valori fissati dagli standard AISI (American Iron Steel Institute) c/o ACI (Alloy Casting Institute).
Nell'ambito delle indicazioni generali per gli acciai di cui alle norme armonizzate UNI EN 10025, UNI EN 10210 e UNI EN 10219-1, in assenza di specifici studi statistici di documentata affidabilità e in favore della sicurezza, per i valori delle tensioni caratteristiche di snervamento f_{yk} e di rottura f_{tk} - da utilizzare nei calcoli - si assumono i valori nominali $f_y = R_{eH}$ e $f_t = R_m$ riportati nelle relative norme di prodotto, ed è consentito l'impiego di acciaio inossidabile per la realizzazione di strutture metalliche.
In particolare, ove non diversamente specificato, si prescrive l'utilizzo di acciaio inossidabile austenitico a basso contenuto di carbonio con sigla italiana X2CrNiMo17 12, corrispondente alla classe AISI 316L, che sia conforme alla norma EN 10088 – 3, con classe di resistenza C700 (tensione di snervamento incrementata fyk = 350 N/mm², tensione ultima di trazione incrementata fuk = 700 N/mm²).
In ambienti non aggressivi la Direzione dei Lavori potrà autorizzare l'utilizzo di acciaio inox di classe AISI 304L (o 304 se non sono previste saldature).
I metalli da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da imperfezioni sia superficiali che interne (scorie, soffiature, bolle) e da qualsiasi altro difetto di fusione.
In particolare, per i prodotti laminati la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione per tutte le tipologie di acciaio e al controllo nei centri di trasformazione nell'ambito degli acciai per carpenteria metallica.
Gli acciai inox dovranno presentare il grado di finitura previsto in progetto, di norma sabbiatura; pallinatura o satinatura ottenuta mediante smerigliatura e preceduta da decapaggio con soluzione acida. In corrispondenza di cordoni di saldatura o in altri punti particolari, la smerigliatura dovrà essere preceduta da rimozione dei residui del fondente e da sabbiatura.
Particolare cura dovrà essere posta nell'imballaggio delle lamiere e nella protezione superficiale mediante carta o plastica adesiva.

d) 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 frattura grigia, finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomarne la resistenza; dovrà essere inoltre perfettamente modellata. È assolutamente escluso l'impiego di ghise fosforose. I chiusini e le caditoie saranno in ghisa grigia o ghisa lamellare o ghisa sferoidale secondo la norma UNI 4544, realizzati secondo norme UNI EN124 di classe adeguata al luogo di utilizzo.

e) Rame
Il rame dovrà essere eminentemente malleabile, perfettamente lavorabile a freddo ed a caldo, senza presentare screpolature od alterazioni; dovrà essere del tipo Cu 99.8 secondo le Norme UNI 5649/65.

f) Allumino
L'alluminio dovrà essere molto malleabile e duttile, lavorabile prevalentemente a freddo, e non presentare screpolature; la lega prevalentemente impiegata dovrà essere quella secondo le Norme UNI 3546/66, bonificata;

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

22) - Fiber Reinforced Polymers *(FRP)*

Le Fiber Reinforced Polymers *(*FRP) sono sistemi compositi fibrosi di origine polimerica. Saranno costituiti da un materiale base dotato di proprietà di resistenza avente una fitta struttura costituita da lunghe fibre ben accostate di diametro di 8 mm. circa, alle quali in opera andrà aggiunto, a impregnazione con procedimento polimerico, un prodotto resinoso (resine epossidiche o resine poliesteri a due componenti con requisiti di bassa viscosità), allo scopo di tenere compatte tali fibre e di proteggerle dalle variazioni termiche e da eventuali attacchi chimici. Le fibre potranno essere di quattro tipi, a seconda delle prescrizioni disposte in cantiere:

- fibre di carbonio;
- fibre di vetro;
- fibre aramidiche;
- fibre polivinilacoliche.

23) - Dispositivi antisismici

Per dispositivi antisismici si intendono gli elementi che contribuiscono a modificare la risposta sismica di una struttura, per esempio incrementando il periodo fondamentale della struttura, modificando la forma dei modi di vibrare fondamentali, incrementando la dissipazione di energia, limitando la forza trasmessa alla struttura e/o introducendo vincoli permanenti o temporanei che migliorano la risposta sismica. In generale, le norme tecniche, individuano le seguenti tipologie di dispositivi:

- dispositivi di vincolo temporaneo, utilizzati per obbligare i movimenti in uno o più direzioni secondo modalità differenziate a seconda del tipo e dell'entità dell'azione. Si distinguono in:
- dispositivi di vincolo del tipo cosiddetto a fusibile, che impediscono i movimenti relativi fra le parti collegate sino al raggiungimento di una soglia di forza oltre la quale, al superamento della stessa, consentono tutti i movimenti. Abitualmente sono utilizzati per escludere il sistema di protezione sismica nelle condizioni di servizio, consentendone il libero funzionamento durante il terremoto di progetto, senza modificarne il comportamento;
- dispositivi (dinamici) di vincolo provvisorio, caratterizzati dalla capacità di solidarizzare gli elementi che collegano, in presenza di movimenti relativi rapidi quali quelli sismici, e di lasciarli liberi, o quasi, in presenza di movimenti relativi lenti imposti o dovuti ad effetti termici.
- dispositivi dipendenti dallo spostamento, a loro volta suddivisi in:
- dispositivi a comportamento lineare o lineari, caratterizzati da un legame forza-spostamento sostanzialmente lineare, fino a un dato livello di spostamento, con comportamento stabile per il numero di cicli richiesti e sostanzialmente indipendente dalla velocità. Nella fase di scarico non devono mostrare spostamenti residui significativi;
- dispositivi a comportamento non lineare o non lineari, caratterizzati da un legame forza-spostamento non lineare, con comportamento stabile per il numero di cicli richiesti e sostanzialmente indipendente dalla velocità.
- dispositivi dipendenti dalla velocità, detti anche dispositivi a comportamento viscoso o viscosi, caratterizzati dalla dipendenza della forza soltanto dalla velocità o da velocità e spostamento contemporaneamente. Il loro funzionamento è basato sulle forze di reazione causate dal flusso di un fluido viscoso attraverso orifizi o sistemi di valvole;
- dispositivi di isolamento o isolatori, che svolgono fondamentalmente la funzione di sostegno dei carichi verticali, con elevata rigidezza in direzione verticale e bassa rigidezza o resistenza in direzione orizzontale, permettendo notevoli spostamenti orizzontali. A tale funzione possono essere o meno associate quelle di dissipazione di energia, di ricentraggio del sistema, di vincolo laterale sotto carichi orizzontali di servizio (non sismici). Essendo fondamentalmente degli apparecchi di appoggio, essi devono rispettare le relative norme per garantire la loro piena funzionalità rispetto alle azioni di servizio.

In generale, sono individuate anche le seguenti tipologie di isolatori:

- isolatori elastomerici, costituiti da strati alternati di materiale elastomerico (gomma naturale o materiali artificiali idonei) e di acciaio, quest'ultimo con funzione di confinamento dell'elastomero, risultano fortemente deformabili per carichi paralleli alla giacitura degli strati (carichi orizzontali);
- isolatori a scorrimento, costituiti da appoggi a scorrimento caratterizzati da bassi valori delle resistenze per attrito.

Esistono, poi, dispositivi costituti da una combinazione delle precedenti categorie.
I dispositivi antisismici devono essere sottoposti a procedure di qualificazione, con verifica della conformità ai requisiti funzionali dichiarati. Tali procedure hanno lo scopo di dimostrare che il dispositivo è in grado di mantenere la propria funzionalità nelle condizioni d'uso previste durante tutta la vita di progetto e devono comportare almeno le seguenti operazioni:

- dichiarazione della vita di servizio;
- dichiarazione della conservazione delle prestazioni del dispositivo durante la vita di servizio;
- dichiarazione delle caratteristiche meccaniche dei componenti del dispositivo;
- descrizione del comportamento sotto azione sismica;
- determinazione dei legami costitutivi del dispositivo mediante prove sperimentali;
- individuazione del modello costitutivo che descriva il comportamento del dispositivo in differenti condizioni di uso, incluse tutte le combinazioni di azioni previste dalle Nuove norme tecniche per le costruzioni, che rappresenti correttamente i fenomeni fisici attesi nel funzionamento del dispositivo, in particolare sotto le azioni sismiche;
- prove di qualificazione.

In particolare, le caratteristiche tecniche da misurare e dichiarare sono indicate nel seguito per ciascun dispositivo.
Le caratteristiche dei dispositivi devono essere accertate mediante le prove sui materiali e sui dispositivi eseguite e certificate da laboratori ufficiali prove dotati di adeguata competenza, attrezzatura e organizzazione. Tali laboratori devono essere incaricati dal produttore, previo nulla osta rilasciato dal servizio tecnico centrale del Consiglio superiore dei lavori pubblici.
Le massime differenze tra le caratteristiche meccaniche ottenute nelle prove di qualificazione e i valori di progetto o nelle normali condizioni d'uso devono essere contenute entro limiti riferiti a variazioni nell'ambito della fornitura, dell'invecchiamento, della temperatura e della frequenza di prova. In particolare, le differenze nell'ambito della fornitura devono essere riferite ai valori di progetto. Le differenze dovute

all'invecchiamento, alla temperatura e alla frequenza di prova, invece, devono essere riferite ai valori nelle normali condizioni di utilizzo che derivano da prove condotte a una temperatura di (23 ± 5) °C.
Il campo di temperatura di riferimento per valutare le variazioni è - 15 °C÷+ 45 °C. Per opere particolari, per le quali le temperature prevedibili non rientrano nel suddetto intervallo, la sperimentazione verrà condotta per campi di temperatura diversi da quelli di riferimento. Per dispositivi operanti in luoghi protetti, si può assumere un campo di temperatura ridotto in relazione ai valori estremi di temperatura ambientale.
Le differenze dovute alla frequenza di prova devono essere valutate nell'ambito di una variazione della frequenza di almeno ± 30%, eccetto per i dispositivi il cui funzionamento dipende dalla velocità per i quali lo studio deve essere esteso a un campo maggiore.
Se le azioni variabili fanno modificare, con processo ciclico, i regimi tensionali, deve essere valutato il decadimento delle caratteristiche meccaniche per effetto della fatica.
Tutti i dispositivi devono avere una vita di servizio maggiore di dieci anni. Devono essere previsti piani di manutenzione e di sostituzione allo scadere della vita di servizio, senza significativi effetti sull'uso delle strutture in cui sono installati.
Qualora non sia applicabile quanto specificato al punto A oppure al punto C del paragrafo 11.1 delle Nuove norme tecniche per le costruzioni, i dispositivi antisismici devono essere dotati di un attestato di qualificazione rilasciato dal servizio tecnico centrale, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici. Tale attestato di qualificazione ha una validità di cinque anni.
L'elenco dei produttori e dei prodotti qualificati sarà reso disponibile presso il servizio tecnico centrale del Consiglio superiore dei lavori pubblici.
I documenti che accompagnano ogni fornitura devono indicare gli estremi dell'attestato di conformità o dell'attestato di qualificazione, della certificazione del processo di produzione, dei rapporti di prova e le caratteristiche dichiarate dal produttore.

24) - Elementi realizzati in gesso

a) Lastre di gesso rivestito
Le lastre in gesso rivestito, prodotte in varie versioni, spessori e dimensioni, sono utilizzabili per la costruzione di pareti, contropareti e soffitti e in generale per le finiture d'interni. Le lastre rivestite sono costituite da un nucleo di gesso ottenuto delle rocce naturali. Il nucleo di gesso è rivestito da entrambi i lati con fogli di speciale cartone, ricavato da carta riciclata. Le caratteristiche del cartone delle superfici può variare in funzione dell'uso e del particolare tipo di lastra. Lo strato interno può contenere additivi per conferire ulteriori proprietà aggiuntive. Le lastre di gesso rivestito possono essere fissate alle strutture portanti in profilati metallici con viti autofilettanti o alle strutture di legno con chiodi oppure incollate al sottofondo con collanti a base di gesso o altri adesivi specifici. Esse possono essere anche usate per formare controsoffitti sospesi.
Norme di riferimento:
- UNI 10718 - Lastre di gesso rivestito. Definizioni, requisiti, metodi di prova;
- UNI EN520 - Lastre di gesso. Definizioni, requisiti e metodi di prova;
- UNI 9154-1 - Edilizia. Partizioni e rivestimenti interni. Guida per l'esecuzione mediante lastre di gesso rivestito su orditura metallica;
- UNI EN14195 - Componenti di intelaiature metalliche per sistemi a pannelli di gesso. Definizioni, requisiti e metodi di prova.

b) Pannelli per controsoffitti
La controsoffittatura interna, preferibilmente ispezionabile, deve essere realizzata con pannelli in gesso alleggerito in classe 0 di reazione al fuoco, su struttura metallica a vista/seminascosta atta a garantire una resistenza al fuoco REI. I pannelli devono avere colore bianco naturale, con resistenza a un tasso di umidità relativa dell'aria del 90%.
L'orditura metallica sarà realizzata con profili perimetrali a L e profili portanti a T in lamiera d'acciaio zincata e preverniciata, fissata al solaio con idonei tasselli, viti, pendini e ganci a molla regolabili.

c) Blocchi di gesso per tramezzi
Il blocco di gesso è un elemento di costruzione ottenuto in fabbrica da solfato di calcio e acqua; può incorporare fibre, filler, aggregati e altri additivi, purché non siano classificati come sostanze pericolose in base alle normative europee, e può essere colorato mediante pigmentazione. I blocchi di gesso conglomerato additivato possono essere di tipo pieno, multiforo o alveolato. Le dimensioni dei singoli blocchi devono avere le seguenti tolleranze (UNI EN 12859):
- spessore: ± 0,5 mm;
- lunghezza: ± 5 mm;
- altezza: ± 2 mm.

Il contenuto medio di umidità dei blocchi di gesso, che deve essere misurato al momento della partenza dall'impianto, non deve superare il 6% e nessun valore singolo deve superare l'8%.
I blocchi di gesso devono essere chiaramente marcati sul blocco o sull'etichetta, oppure sull'imballaggio o sulla bolla di consegna o sul certificato di accompagnamento dei blocchi, con le seguenti voci:
- riferimento alla norma UNI EN 12859;
- nome, marchio commerciale o altri mezzi di identificazione del produttore del blocco di gesso;
- data di produzione;
- mezzi per l'identificazione dei blocchi di gesso in relazione alla loro designazione.

Le caratteristiche e le prestazioni dei blocchi di gesso a facce lisce, destinati principalmente alla costruzione di partizioni non portanti o rivestimenti per pareti indipendenti e alla protezione antincendio di colonne e di pozzi di ascensori, devono essere rispondenti alla norma UNI EN12859- Blocchi di gesso. Definizioni, requisiti e metodi di prova.

d) Leganti e intonaci a base di gesso
Norma di riferimento:
- UNI EN 13279-1 - Leganti e intonaci a base di gesso. Parte 1: Definizioni e requisiti;
- UNI EN 13279-2 - Leganti e intonaci a base di gesso. Parte 2: Metodi di prova.

25) - Materiali da copertura

a) Tegole e coppi in laterizio
I materiali di copertura in laterizio devono presentare cottura uniforme, essere sani, privi di screpolature, cavillature, deformazioni, corpi eterogenei e calcinaroli che li rendano fragili o comunque difformi dalla norma commerciale: in particolare non devono essere gelivi, né presentare sfioriture e comunque rispondenti alle norme UNI 2619-2621-44; 8626/84-8635/84. Le tegole piane o curve, appoggiate su due regoli posti a 20 mm. dai bordi estremi dei due lati più corti, dovranno sopportare sia un carico graduale di kg. 120, concentrato in mezzeria, sia l'urto di una palla di ghisa del peso di kg. 1 cadente dall'altezza di 20 cm. Sotto un carico di 50 mm. d'acqua mantenuta per 24 ore le tegole devono risultare impermeabili. Le tegole marsigliesi in cotto devono avere il foro per le legature.

Le tegole piane e comuni, di qualsiasi tipo siano, dovranno essere di tinta uniforme, esattamente adattabili le une sulle altre senza sbavature, e non presenteranno difetti nel nasello di aggancio. Le tegole e i coppi di laterizio per coperture e i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo le dizioni commerciali usuali (marsigliese, romana, etc.).
I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto e, in mancanza o a completamento, alle seguenti prescrizioni:
a) i difetti visibili sono ammessi nei seguenti limiti:
- le fessure non devono essere visibili o rilevabili a percussione;
- le protuberanze e scagliature non devono avere diametro medio (tra dimensione massima e minima) maggiore di 15 mm. e non deve esserci più di una protuberanza. È ammessa una protuberanza di diametro medio compreso tra 7 mm. e 15 mm. ogni 2 dm² di superficie proiettata;
- le sbavature sono tollerate, purché permettano un corretto assemblaggio.

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

c) sulla massa convenzionale è ammessa una tolleranza del 15%;
d) l'impermeabilità non deve permettere la caduta di gocce 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.
Dovrà essere determinato il carico di rottura a flessione, onde garantire l'incolumità degli addetti sia in fase di montaggio che di manutenzione.
In caso di contestazione, si farà riferimento alle norme UNI 8626 e alla serie UNI 8635, in particolare alla norma UNI EN 1304.
I prodotti devono essere forniti su appositi pallets, legati e protetti da sporco e da azioni meccaniche e chimiche che possano degradarli nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Gli imballaggi, solitamente di materiale termoretraibile, devono contenere un foglio informativo con il nome del fornitore, le indicazioni riportate nei punti compresi tra a) e f) ed eventuali istruzioni complementari.

b) Tegole in cemento
Le tegole in cemento per coperture e i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo le dizioni commerciali usuali (portoghese, olandese, etc.). La colorazione è realizzata direttamente nell'impasto con pigmentazioni. La pendenza della falda può arrivare a un minimo del 29÷30% adottando le necessarie sovrapposizioni. In caso di pendenze inferiori al 17÷18%, sotto il manto di copertura deve essere collocato uno strato di impermeabilizzazione. In caso di pendenze superiori al 45%, le tegole devono essere opportunamente fissate al supporto anche mediante chiodatura.
I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto esecutivo e alle seguenti prescrizioni:
- 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.
- sulle dimensioni nominali e 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.
- sulla massa convenzionale è ammessa la tolleranza del ± 10%;
- l'impermeabilità non deve permettere la caduta di gocce d'acqua dall'intradosso dopo 24 ore;
- dopo i cicli di gelività la resistenza a flessione F deve essere maggiore o uguale a 1800 N su campioni maturati 28 giorni;
- la resistenza a rottura F del singolo elemento deve essere maggiore o uguale a 1000 N e la media deve essere maggiore o uguale a 1500 N.

Dovrà essere rilevato il carico di rottura del dispositivo di ancoraggio e il relativo coefficiente di sicurezza rispetto alle azioni generate dal vento. Dovrà essere determinato il carico di rottura a flessione, onde garantire l'incolumità degli addetti sia in fase di montaggio sia di manutenzione;
In caso di contestazione per difetti e limiti di accettazione si farà riferimento alle norme UNI 8626 e UNI 8627.
I prodotti devono essere forniti su appositi pallets legati e protetti da sporco e da azioni meccaniche e chimiche che possano degradarli nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

c) Lastre in fibrocemento ecologico
Le lastre di fibrocemento ecologico possono essere dei tipi seguenti:
- lastre piane a base di fibrocemento e silico-calcare, fibrocemento, cellulosa, fibrocemento e silico-calcare rinforzate;
- 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.

Le lastre piane devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto esecutivo e, in mancanza o integrazione, alle seguenti:
- larghezza 1200 mm., lunghezza scelta tra 1200, 2500 o 5000 mm. con una tolleranza di ± 0,4% e massimo di 5 mm.;
- spessore di progetto con una tolleranza di ± 0,5 mm fino a 5 mm e ± 10% fino a 25 mm.;
- rettilineità dei bordi: scostamento massimo di 2 mm per metro e ortogonalità di 3 mm. per metro;
- caratteristiche meccaniche (resistenza a flessione):
- tipo 1: 13 N/mm² minimo con sollecitazione lungo le fibre e 15 N/ mm² minimo con sollecitazione perpendicolare alle fibre;
- tipo 2: 20 N/mm² minimo con sollecitazione lungo le fibre e 16 N/ mm² minimo con sollecitazione perpendicolare alle fibre.
- massa volumica apparente:
- tipo 1: 1,3 g/cm³ minimo;
- tipo 2: 1,7 g/ cm³ minimo.
- tenuta d'acqua con formazione di macchie di umidità sulle facce inferiori dopo 24 ore sotto battente d'acqua ma senza formazione di gocce d'acqua;
- resistenza alle temperature di 120 °C per due ore con decadimento della resistenza a flessione non maggiore del 10%.

Le lastre ondulate devono rispondere alle caratteristiche indicate nel progetto e, in mancanza o a integrazione, alle seguenti:
- le facce destinate all'esposizione alle intemperie devono essere lisce, con bordi diritti e taglio netto, ben squadrate ed entro i limiti di

tolleranza;
- le caratteristiche dimensionali e le tolleranze di forma devono essere conformi a quanto dichiarato dal fabbricante e accettato dalla Direzione dei Lavori;
- devono avere tenuta all'acqua;
- devono essere resistenti a flessione, secondo i valori dichiarati dal fabbricante e accettati dalla direzione dei lavori;
- devono essere resistenti al gelo, dopo 25 cicli in acqua a temperatura di + 20 °C seguiti da permanenza in frigo a - 20 °C;
- non devono presentare fessurazioni, cavillature o degradazione;
- la massa volumica non deve essere minore di 1,4 kg/dm^3.

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

d) Lastre metalliche
Le lastre di metallo (acciaio zincato, acciaio zincato-alluminio, acciaio zincato-rame, alluminio) e i loro pezzi speciali si intendono denominati secondo l'usuale terminologia commerciale. Essi dovranno rispondere alle prescrizioni del progetto. Gli effetti estetici e i difetti saranno valutati in relazione alla collocazione dell'edificio.
I prodotti autoportanti (compresi i pannelli, le lastre grecate, etc.), oltre a rispondere alle prescrizioni predette, dovranno soddisfare la resistenza a flessione secondo i carichi di progetto e la distanza tra gli appoggi.
I materiali da copertura costituiti da lastre metalliche devono rispondere alle norme UNI 8626/84 e 8635/84. I criteri di accettazione sono quelli già indicati. In caso di contestazione, si farà riferimento alla norma UNI 10372.
Le lamiere saranno inoltre esenti da difetti visibili (quali scagliature, bave, crepe, crateri, ecc.) e da difetti di forma (svergolamento, ondulazione, etc.) che ne pregiudichino l'impiego e/o la messa in opera e dovranno avere l'eventuale rivestimento superficiale prescritto nel progetto.
La fornitura dovrà essere accompagnata da foglio informativo riportante il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

e) Plastica
I materiali in plastica devono presentare aspetto uniforme, essere privi di screpolature, cavillature, deformazioni, corpi estranei che li rendano fragili o comunque difformi dalla norma commerciale; in particolare il colore deve essere uniforme e, per le lastre traslucide, non devono esistere ombre e macchie nella trasparenza. Le norme cui devono rispondere sono le ASTM D 570-635-638-695-696-790, le DIN 4102-B2 e le UNI 8626/84 e 8635/84.

f) Lastre di pietra
Sono costituite da lastre di circa 1 ml. di lato e dello spessore di 3-5 cm., e possono facilmente resistere al peso della neve abbondante e specialmente alla pressione dei venti impetuosi; per queste coperture l'armatura in legname deve essere molto robusta, e in genere disposta grossolanamente alla lombarda impiegando terzere o arcarecci di notevole sezione, almeno 10 x 14 cm., oppure mediante puntoni molto accostati (circa 0,90 - 1 ml.) i quali reggono direttamente le lastre disposte a rombo o a corsi più o meno regolari.

g) Ardesie naturali o artificiali
Si tratta di lastre relativamente leggere, aventi uno spessore di 4-8 mm., di colore scuro, molto resistenti. Le ardesie artificiali, preparate sotto svariate forme, quadri, rombi, rettangoli di varia dimensione, sono per lo più o piccole 0,30 x 0,30 ml. netto cioè più la parte ricoperta, od anche 1 x 1 ml., imitando le lastre di pietra. Queste lastre in fibro-cemento sono leggerissime, resistenti al gelo e richiedono una armatura di legname assai leggera, formata normalmente con costoloni di legno da 5 x 16 cm. a 6 x 20 cm. a seconda della tesata, collegati dalla piccola orditura e disposti a distanza di 1 ml. La piccola orditura, in conformità alle dimensioni delle lastre sarà di listelli o di correntini od anche con tavolato pieno sopra il quale vengono disposte e fissate le ardesie mediante grappette di zinco.

26) - Legname

a) Generalità
Formano oggetto delle Nuove norme tecniche per le costruzioni anche le opere costituite da strutture portanti realizzate con elementi di legno strutturale (legno massiccio, segato, squadrato oppure tondo) o con prodotti strutturali a base di legno (legno lamellare incollato, pannelli a base di legno) assemblati con adesivi oppure con mezzi di unione meccanici, eccettuate quelle oggetto di una regolamentazione apposita a carattere particolare. Si considerano i seguenti prodotti a base di legno:
- legno strutturale massiccio con giunti a dita legno;
- legno lamellare incollato;
- legno lamellare incollato con giunti a dita a tutta sezione;
- pannelli a base di legno per uso strutturale;
- altri prodotti a base di legno per impieghi strutturali.

La produzione, la fornitura e l'utilizzazione dei prodotti a base di legno per uso strutturale devono avvenire in applicazione di un sistema di assicurazione della qualità e di un sistema di rintracciabilità che copra la catena di custodia dal momento della prima classificazione e marcatura dei singoli componenti e/o semilavorati almeno fino al momento della prima messa in opera.
I legnami rotondi dovranno provenire dal vero tronco dell'albero e non dai rami, sufficientemente diritti in modo che la congiungente i centri delle due basi non debba uscire in alcun punto dal palo, dovranno essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie; la differenza fra i diametri medi delle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza nè il quarto del maggiore dei due diametri. Nei legnami grossolanamente squadrati ed a spigolo smussato, tutte le facce dovranno essere spianate e senza scarniture, tollerandosene l'alburno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale. I legnami a spigolo vivo dovranno essere lavorati e squadrati a sega con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, e con gli spigoli tirati a filo vivo, senza alburno nè smussi di sorta. Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozze dalla sega e si ritirino nelle connessure.
Per quanto riguarda la resistenza al fuoco si fa riferimento alla norma UNI 9504/89 "Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi in legno", riferibile sia al legno massiccio che al legno lamellare, trattati e non, articolata in:
- determinazione della velocità di penetrazione della carbonizzazione;
- determinazione della sezione efficace ridotta (sezione resistente calcolata tenendo conto della riduzione dovuta alla carbonizzazione del legno);
- verifica della capacità portante allo stato limite ultimo di collasso nella sezione efficace ridotta più sollecitata secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite.

b) Il legno massiccio
La produzione di elementi strutturali di legno massiccio a sezione rettangolare dovrà risultare conforme alla norma europea armonizzata UNI EN14081 e recare la marcatura CE. Qualora non sia applicabile la marcatura CE, i produttori di elementi di legno massiccio per uso strutturale devono essere qualificati. Il legno massiccio per uso strutturale è un prodotto naturale, selezionato e classificato in dimensioni d'uso secondo la

resistenza, elemento per elemento, sulla base delle normative applicabili. I criteri di classificazione garantiscono all'elemento prestazioni meccaniche minime statisticamente determinate, senza necessità di ulteriori prove sperimentali e verifiche, definendone il profilo resistente, che raggruppa le proprietà fisico-meccaniche necessarie per la progettazione strutturale. La classificazione può avvenire assegnando all'elemento una categoria, definita in relazione alla qualità dell'elemento stesso con riferimento alla specie legnosa e alla provenienza geografica, sulla base di specifiche prescrizioni normative. Al legname appartenente a una determinata categoria, specie e provenienza, può essere assegnato uno specifico profilo resistente, utilizzando le regole di classificazione base previste nelle normative applicabili.
La classe di resistenza di un elemento è definita mediante uno specifico profilo resistente unificato. A tal fine può farsi utile riferimento alle norme UNI EN338 e UNI EN1912, per legno di provenienza estera, e alla norma UNI 11035 (parti 1 e 2), per legno di provenienza italiana.
Ad ogni tipo di legno può essere assegnata una classe di resistenza, se i suoi valori caratteristici di resistenza, di modulo elastico e di massa volumica risultano non inferiori ai valori corrispondenti a quella classe.
In generale, è possibile definire il profilo resistente di un elemento strutturale anche sulla base dei risultati documentati di prove sperimentali, in conformità a quanto disposto nella norma UNI EN384. Le prove sperimentali per la determinazione di resistenza a flessione e modulo elastico devono essere eseguite in maniera da produrre gli stessi tipi di effetti delle azioni alle quali il materiale sarà presumibilmente soggetto nella struttura. Per tipi di legno non inclusi in normative vigenti (emanate da CEN o da UNI) e per i quali sono disponibili dati ricavati su campioni piccoli e netti, è ammissibile la determinazione dei parametri di cui sopra, sulla base di confronti con specie legnose incluse in normative di dimostrata validità.
Norme di riferimento:

- UNI EN14081-1 - Strutture di legno. Legno strutturale con sezione rettangolare classificato secondo la resistenza. Parte 1: Requisiti generali;
- UNI EN14081-2 - Strutture di legno. Legno strutturale con sezione rettangolare classificato secondo la resistenza. Parte 2: Classificazione a macchina. Requisiti aggiuntivi per le prove iniziali di tipo;
- UNI EN14081-3 - Strutture di legno. Legno strutturale con sezione rettangolare classificato secondo la resistenza. Parte 3: Classificazione a macchina. Requisiti aggiuntivi per il controllo della produzione in fabbrica;
- UNI EN14081-4 - Strutture di legno. Legno strutturale con sezione rettangolare classificato secondo la resistenza. Parte 4: Classificazione a macchina. Regolazioni per i sistemi di controllo a macchina;
- UNI EN338 - Legno strutturale. Classi di resistenza;
- UNI EN1912 - Legno strutturale. Classi di resistenza. Assegnazione delle categorie visuali e delle specie;
- UNI EN384 - Legno strutturale. Determinazione dei valori caratteristici delle proprietà meccaniche e della massa volumica;
- UNI 11035 - Legno strutturale. Classificazione a vista di legnami italiani secondo la resistenza meccanica: terminologia e misurazione delle caratteristiche;
- UNI 11035-2 - Legno strutturale. Regole per la classificazione a vista secondo la resistenza e i valori caratteristici per tipi di legname strutturale italiani.

c) Legnami per infissi
I legnami destinati alla costruzione di infissi dovranno essere privi di alburno e esenti da nodi, cipollature, buchi o altre alterazioni; dovranno essere di prima scelta, presentare una struttura con fibre compatte e resistenti e in nessun caso dovranno presentare difetti, danneggiamenti, deterioramenti e spaccature di alcun genere. Per assicurare stabilità nel tempo e assenza di fenditure, essi dovranno essere perfettamente stagionati o, in modo altrettanto adeguato, essiccati artificialmente, purché risultino geometricamente perfetti e stabili; sia il colore che le disposizioni delle venature dovranno essere uniformi e regolari.

d) Il legno strutturale con giunti a dita
In aggiunta a quanto prescritto per il legno massiccio, gli elementi di legno strutturale con giunti a dita realizzati con la stessa specie legnosa (conifera o latifoglie) devono essere conformi alla norma UNI EN385, e, laddove pertinente, alla norma UNI EN387. Nel caso di giunti a dita a tutta sezione, il produttore deve comprovare la piena efficienza e durabilità del giunto stesso. La determinazione delle caratteristiche di resistenza del giunto a dita dovrà basarsi sui risultati di prove eseguite in maniera da produrre gli stessi tipi di effetti delle azioni alle quali il giunto sarà soggetto per gli impieghi previsti nella struttura.
Elementi in legno strutturale massiccio congiunti a dita non possono essere usati per opere in classe di servizio 3. Le unioni con giunti a dita devono essere durabili e affidabili e garantire la resistenza richiesta. Il giunto a dita non deve presentare nodi, fessure e anomalie evidenti alla fibratura. Gli eventuali nodi devono essere sufficientemente distanti dall'estremità del legno tagliato, come indicato al punto 5.2.2 della norma UNI EN385. Gli elementi strutturali non devono avere la sezione trasversale con smussi o con spigoli danneggiati in corrispondenza del giunto, come indicato al punto 5.2.3 della norma UNI EN385. Gli adesivi e amminoplastici impiegati devono essere idonei alle caratteristiche climatiche del luogo di messa in servizio della struttura, alla specie di legno, al preservante utilizzato e al metodo di fabbricazione. Gli adesivi devono essere conformi o equivalenti a quelli della norma UNI EN301. L'applicazione, manuale o meccanica, dell'adesivo deve rivestire tutte le superfici delle dita nel giunto assemblato. In generale, l'adesivo deve essere applicato su entrambe le estremità dell'elemento strutturale.
Norme di riferimento:

- UNI EN385 - Legno strutturale con giunti a dita. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione;
- UNI EN387 - Legno lamellare incollato. Giunti a dita a tutta sezione. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione;
- UNI EN301 - Adesivi fenolici e amminoplastici per strutture portanti di legno. Classificazione e requisiti prestazionali.

e) Il legno lamellare incollato
Gli elementi strutturali di legno lamellare incollato devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN14080. I produttori di elementi di legno lamellare per uso strutturale, per cui non è ancora obbligatoria la procedura della marcatura CE ai sensi del D.P.R. n. 246/1993 e che non rientrano tra quei materiali e prodotti per uso strutturale per i quali non sia disponibile una norma armonizzata (ovvero la stessa ricada nel periodo di coesistenza) e per i quali sia invece prevista la qualificazione, devono essere qualificati così come specificato per il legno.
Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme UNI EN ISO 9001 e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI CEI EN ISO/IEC 17021. Ai fini della certificazione del sistema di garanzia della qualità del processo produttivo, il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare utile riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme europee o internazionali applicabili. I documenti che accompagnano ogni fornitura devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità del processo produttivo. Ai produttori di elementi in legno lamellare è fatto altresì obbligo di sottoporre la produzione, presso i propri stabilimenti, a un controllo continuo documentato condotto sulla base della norma UNI EN386. Il controllo della produzione deve essere effettuato a cura del direttore tecnico di stabilimento, che deve provvedere alla trascrizione dei risultati delle prove su appositi registri di produzione. Detti registri devono essere disponibili per il servizio tecnico centrale e, limitatamente alla fornitura di competenza, per il direttore dei lavori e il collaudatore statico della costruzione. Nella marchiatura dell'elemento inoltre deve essere riportato anche l'anno di produzione.
Le dimensioni delle singole lamelle dovranno rispettare i limiti per lo spessore e l'area della sezione trasversale indicati nella norma UNI EN

386. I giunti a dita a tutta sezione devono essere conformi a quanto previsto nella norma UNI EN387, e non possono essere usati per elementi strutturali da porre in opera nella classe di servizio 3, quando la direzione della fibratura cambi in corrispondenza del giunto.
Tutti i materiali e gli accessori da impiegare per la realizzazione delle opere devono essere della migliore qualità commerciale, ben lavorati e assemblati, nonché rispondere tutti perfettamente allo scopo cui sono destinati. La Direzione Lavori potrà rifiutare, motivando la decisione sotto il profilo tecnico, tutti quei materiali e quegli accessori ancorché messi in opera che non risultino per qualità, lavorazione e posa, adatti alla perfetta riuscita dell'opera; tale rifiuto può essere volto anche per prodotti e manufatti proposti da Ditte le quali non presentino particolari esperienze ed affidabilità di esecuzione. In tali casi, la Ditta assuntrice è tenuta a sostituire immediatamente, a propria cura e spese, i materiali ritenuti inaccettabili dalla Direzione dei Lavori con altri capaci di soddisfare pienamente le condizioni prescritte.

1) Scelta del legname

Conformemente alla Norma Gluman, 1ª parte, va utilizzato legname di resinose europee di Classe Iª e IIª, come previsto anche dalle Norme DIN 1052.

2) Preparazione delle lamelle

Le lamelle devono avere lo spessore massimo di 33 mm. e la sezione massima di 72 cm^2; esse devono essere sottoposte a preventiva essiccazione a forno ed il loro contenuto di umidità deve risultare compreso fra l'8% ed il 15%, in relazione all'ambiente di esercizio cui sono destinate. Le lamelle devono essere piallate entro 48 ore prima dell'incollaggio; al fine di raggiungere con i manufatti le lunghezze necessarie, le lamelle vanno giuntate in testa con il metodo dei giunti a pettine.

3) Collanti

Devono essere impiegati collanti sintetici con presa a freddo, adatti alle condizioni ambientali di esercizio. Detti collanti devono superare le prove previste dalla Norme DIN 68141. Le pressioni di incollaggio devono essere comprese tra 8 e 12 Kg/cm^2, e la temperatura ambientale non deve mai essere inferiore a 18 °C, mentre l'umidità deve risultare compresa fra il 40% e l'80%, il tutto in conformità con le Norme DIN 1052;

4) Protezione delle superfici

Onde proteggere gli elementi portanti dagli agenti atmosferici o, comunque, dagli attacchi vegetali ed animali, tutte le superfici degli elementi in legno lamellare vanno preventivamente trattati con una adeguata protezione a mezzo di prodotti impregnanti, in base alla Norma DIN 68800.

5) Parti metalliche

Tutti gli accessori metallici vanno trattati con zincatura a caldo rispondente alle indicazioni della Norma UNI 5744-66 e, a richiesta della Direzione dei Lavori, successivamente verniciati con due mani di colore oleosintetico o smalto. Il calcolo ed i parametri statici seguiranno le indicazioni delle Norme UNI 5744 ed UNI 10011 per gli accessori metallici; per i chiodi, i bulloni e gli elementi zincati standard necessari per i collegamenti dovranno rispondere alle Norme DIN 1052.

6) Normativa di riferimento

- UNI EN14080 - Strutture di legno. Legno lamellare incollato. Requisiti;
- UNI EN386 - Legno lamellare incollato. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione;
- UNI EN387 - Legno lamellare incollato. Giunti a dita a tutta sezione. Requisiti prestazionali e requisiti minimi di produzione;
- UNI EN301 - Adesivi fenolici e amminoplastici per strutture portanti di legno. Classificazione e requisiti prestazionali.

La classificazione sulla base delle proprietà delle lamelle: Le singole lamelle devono essere tutte individualmente classificate dal produttore. L'elemento strutturale di legno lamellare incollato può essere costituito dall'insieme di lamelle tra loro omogenee (elemento omogeneo) oppure da lamelle di diversa qualità (elemento combinato), secondo quanto previsto nella norma UNI EN1194.
Nella citata norma viene indicata la corrispondenza tra le classi delle lamelle che compongono l'elemento strutturale e la classe di resistenza risultante per l'elemento lamellare stesso, sia omogeneo che combinato.
Norme di riferimento:

- UNI EN 1194 - Strutture di legno. Legno lamellare incollato. Classi di resistenza e determinazione dei valori caratteristici.
- L'attribuzione diretta in base a prove sperimentali: Nei casi in cui il legno lamellare incollato non ricada in una delle tipologie previste dalla UNI EN 1194, è ammessa l'attribuzione diretta degli elementi strutturali lamellari alle classi di resistenza sulla base di risultati di prove sperimentali, da eseguirsi in conformità alla norma europea armonizzata UNI EN14080.

Norme di riferimento:

- UNI EN 14080 - Strutture di legno. Legno lamellare incollato. Requisiti;
- UNI EN 1194 - Strutture di legno. Legno lamellare incollato. Classi di resistenza e determinazione dei valori caratteristici.

f) Pannelli a base di legno

I pannelli a base di legno per uso strutturale, per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata devono essere conformi alla norma UNI EN 13986. Per la valutazione dei valori caratteristici di resistenza e rigidezza da utilizzare nella progettazione di strutture che incorporano pannelli a base di legno, può farsi utile riferimento alle norme UNI EN12369-1 e UNI EN12369-2. All'atto della posa in opera il direttore dei lavori deve verificare, acquisendone copia, che il pannello a base di legno per uso strutturale sia oggetto di attestato di conformità e che le procedure di posa in opera siano conformi alle specifiche tecniche del produttore.
Norme di riferimento:

- UNI EN 13986 - Pannelli a base di legno per l'utilizzo nelle costruzioni. Caratteristiche, valutazione di conformità e marcatura;
- UNI EN 12369-1 - Pannelli a base di legno. Valori caratteristici per la progettazione strutturale. OSB, pannelli di particelle e pannelli di fibra;
- UNI EN 12369-2 - Pannelli a base di legno. Valori caratteristici per la progettazione strutturale. Parte 2: Pannelli di legno compensato.

g) Pannelli di particelle di legno (lastre di agglomerato ligneo)

1) Pannelli di particelle pressati piani

Pannelli a base di trucioli di legno tondo o legno per uso industriale legati per mezzo di resine sintetiche, l'orientamento dei trucioli sarà parallelo al piano del pannello. I pannelli potranno essere monostrato o multistrato (normalmente a 3 o a 5 strati) entrambi i tipi dovranno essere rifiniti con squadratura dei bordi e levigatura. Al fine di migliorare la resistenza alla flessione e il modulo di elasticità i pannelli dovranno contenere particelle dello strato di copertura più piatte.

2) Pannelli di particelle a estrusione

Pannelli, legati con resine sintetiche, nei quali l'orientamento delle particelle dovrà, prevalentemente, essere verticale al piano. I pannelli potranno essere monostrato (pannelli non rivestiti) o multistrato con rivestimento costituito da sfogliati, pannelli di fibre dure, materiali multistrato o sintetici contenenti fibre di vetro.

3) Pannelli di particelle legate con leganti minerali

Pannelli composti da miscela ad alta compressione composta per il 25% circa del peso da particelle di legno e per il 65% da leganti minerali (cemento Portland, magnesite o gesso), acqua, additivi (acceleranti di indurimento) ed eventuali materiali inerti. I pannelli potranno essere forniti grezzi non trattati o rivestiti con fogli di materiale sintetico, vernici disperdenti od intonaci di malta (UNI EN 633-634, UNI EN 1128, UNI EN 1328).

4) Pannelli OSB (Oriented Strand Board)

Pannelli a base di particelle di legno con trucioli grandi, relativamente lunghi e orientati. L'orientamento delle particelle sarà ottenuto mediante speciali dispositivi di distribuzione longitudinalmente o trasversalmente alla direzione di fabbricazione del pannello; nel caso di struttura a tre strati l'orientamento delle particelle dell'anima solitamente trasversale e delle particelle dello strato di copertura parallelo alla direzione di fabbricazione.

5) Caratteristiche generali dei pannelli

I pannelli a base di particelle di legno dovranno essere forniti in opera conformemente alle norme UNI vigenti (in particolare UNI EN 309 e UNI EN 312), a compimento di quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le specifiche di cui alla norma UNI EN 312 (Pannelli di particelle di legno – Specifiche – Requisiti generali di tutti i tipi di pannelli) nonché con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulle lunghezza e larghezza: ± 5 mm;
- tolleranze sullo spessore: ± 0,5 mm;
- umidità del 10% ± 3%;
- massa volumica misurata secondo la norma UNI EN 323;

Funzionalmente avranno le seguenti caratteristiche:

- rigonfiamento dopo immersione in acqua: 12% massimo (oppure 16%), misurata secondo la norma UNI EN 317

h) Pannelli in legno compensato e paniforti

Appartengono a questa categoria:

1) Pannelli multistrato

Pannelli con struttura simmetrica composta da un numero di fogli di piallaccio (spessore da 2/10 mm. a 3 mm.) dispari (a partire da 3 strati), in caso di numero pari i due fogli interni dovranno essere disposti paralleli alla fibratura; le direzioni delle fibratura dovranno essere ruotate reciprocamente in modo perpendicolare. Per usi di tipo strutturale dovranno essere utilizzati pannelli di tipo bilanciato spessore minimo 22 mm., con struttura simmetrica composta da almeno 7 fogli di piallaccio. Il compensato multistrato con almeno 5 strati e spessore superiore a 12 mm è denominato multiplex. Le facce esterne dei pannelli potranno anche essere rivestite con fogli di legno pregiato, così da migliorare l'aspetto estetico del manufatto: l'accoppiamento con tali strati di finitura è detto anche impiallacciatura.

Spessore nominale in mm.	Numero minimo di strati
3-4-5-6	3
8-10-12-15	5
18-20-22	7
25-28-30	9

2) Pannelli a liste e listelli "paniforti"

Realizzato incollando (mediante resine sintetiche) almeno uno sfogliato di copertura su ogni lato ed un foglio centrale su liste o listelli di legno massello disposti uno affianco all'altro; lo spessore varia da 10 mm. a 45 mm. Gli strati saranno disposti perpendicolarmente tra loro. Sui due lati dello strato centrale dovrà essere posto uno sfogliato di copertura (pannello a 3 strati) ovvero uno strato di isolante e uno sfogliato di copertura (pannello a 5 strati). L'anima del compensato a liste sarà formata da liste di legno massiccio segate larghe da 24 mm. a 30 mm.; mentre quella del compensato a listelli sarà costituita da strisce di sfogliato disposte a coltello con uno spessore compreso tra 50 mm. e 80 mm.

3) Caratteristiche generali

Per i compensati multistrato e per i paniforti le definizioni, le classificazioni, la composizione, le caratteristiche, i difetti, le dimensioni e gli impieghi saranno contemplati nelle norme UNI vigenti (UNI EN 313). A complemento di quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intenderanno forniti con le seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza: ± 5 mm; tolleranze sullo spessore: ± 1 mm; (misurate secondo la norma UNI EN 315);
- umidità non maggiore del 12%;
- numero di strati ;
- finitura esterna ;
- grado di incollaggio (da 1 a 10), (misurato secondo UNI EN 314-1 e UNI EN 314-2).

Funzionalmente avranno le seguenti caratteristiche:

- resistenza a trazione (misurata secondo la norma UNI 6480);
- resistenza a flessione statica minimo, (misurata secondo la norma UNI EN 1072);
- impregnazione degli sfogliati con prodotti protettivi contro l'attacco di parassiti del legno e sostanze ignifughe o;
- impregnazione degli sfogliati con prodotti ignifughi.

i) Gli adesivi per elementi incollati

Gli adesivi per usi strutturali devono produrre unioni aventi resistenza e durabilità tali che l'integrità dell'incollaggio sia conservata, nella classe di servizio assegnata, durante tutta la vita prevista della struttura.

Gli adesivi per elementi incollati in stabilimento: Gli adesivi fenolici e amminoplastici devono soddisfare le specifiche della norma UNI EN 301. In attesa di una specifica normativa, gli adesivi di natura chimica diversa devono soddisfare le specifiche della medesima norma e, in aggiunta, dimostrare un comportamento allo scorrimento viscoso non peggiore di quello di un adesivo fenolico o amminoplastico, così come specificato nella norma UNI EN 301, tramite idonee prove comparative.

Gli adesivi per giunti realizzati in cantiere: In attesa di una specifica normativa europea, gli adesivi utilizzati in cantiere (per i quali non sono rispettate le prescrizioni di cui alla norma UNI EN 301) devono essere sottoposti a prove in conformità a idoneo protocollo di prova, per dimostrare che la resistenza a taglio del giunto non sia minore di quella del legno, nelle medesime condizioni previste nel protocollo di prova.

Norme di riferimento: Le caratteristiche degli adesivi per legno devono essere conformi alle seguenti norme:

- UNI EN 301 - Adesivi fenolici e amminoplastici per strutture portanti in legno. Classificazione e requisiti prestazionali;
- UNI EN 302-1 - Adesivi per strutture portanti in legno. Metodi di prova. Determinazione della resistenza del giunto al taglio a trazione longitudinale;
- UNI EN 302-2 - Adesivi per strutture portanti in legno. Metodi di prova. Determinazione della resistenza alla delaminazione (metodo di laboratorio);
- UNI EN 302-3 - Adesivi per strutture portanti in legno. Metodi di prova. Determinazione dell'effetto dell'attacco acido alle fibre del legno, dovuto ai trattamenti ciclici di temperature e umidità, sulla resistenza alla trazione trasversale;
- UNI EN 302-4 - Adesivi per strutture portanti in legno. Metodi di prova. Determinazione dell'effetto del ritiro del legno sulla resistenza al taglio.

l) Gli elementi meccanici di collegamento

Per tutti gli elementi meccanici che fanno parte di particolari di collegamento metallici e non metallici - quali spinotti, chiodi, viti, piastre, etc. -

le caratteristiche specifiche verranno verificate con riferimento alle specifiche normative applicabili per la categoria di appartenenza.
Si deve tenere conto dell'influenza del ritiro per essiccazione dopo la fabbricazione e delle variazioni del contenuto di umidità in esercizio.
Si presuppone che i dispositivi di collegamento eventualmente impiegati siano stati provati in maniera corretta completa e comprovata da idonei certificati. La classe di umidità 1 è caratterizzata da un contenuto di umidità nei materiali corrispondente a una temperatura di 20 ± 2 °C e a una umidità relativa nell'aria circostante che supera il 65% soltanto per alcune settimane all'anno. Nella classe di umidità 1, l'umidità media di equilibrio per la maggior parte delle conifere non supera il 12%. La classe di umidità 2 è caratterizzata da un contenuto di umidità nei materiali corrispondente a una temperatura di 20 ± 2 °C e a una umidità relativa dell'aria circostante che supera 1'80% soltanto per alcune settimane all'anno. Nella classe di umidità 2 l'umidità media di equilibrio per la maggior parte delle conifere non supera il 18%.
La classe di umidità 3 è caratterizzata da condizioni climatiche che danno luogo a contenuti di umidità più elevati.
Norme di riferimento: UNI ISO 2081 - Rivestimenti metallici. Rivestimenti elettrolitici di zinco su ferro o acciaio.

m) Le verifiche del Direttore dei Lavori - La documentazione d'accompagnamento per le forniture
Produzione, fornitura e utilizzazione dei prodotti di legno e dei prodotti a base di legno per uso strutturale dovranno avvenire in applicazione di un sistema di assicurazione della qualità e di un sistema di rintracciabilità che copra la catena di distribuzione, dal momento della prima classificazione e marcatura dei singoli componenti e/o semilavorati almeno fino al momento della prima messa in opera. Ogni fornitura deve essere anche accompagnata, a cura del produttore, da un manuale contenente le specifiche tecniche per la posa in opera. Il direttore dei lavori è tenuto a rifiutare le eventuali forniture non conformi a quanto sopra prescritto. Le caratteristiche dei materiali secondo le indicazioni previste dalle Nuove norme tecniche devono essere garantite dai fornitori e/o produttori, per ciascuna fornitura, secondo le disposizioni applicabili di cui alla marcatura CE, ovvero per le procedure di qualificazione e accettazione. Il Direttore dei Lavori potrà, inoltre, far eseguire ulteriori prove di accettazione sul materiale pervenuto in cantiere e sui collegamenti, secondo le metodologie di prova indicate nella presente norma.
Sono abilitati a effettuare le prove e i controlli, sia sui prodotti sia sui cicli produttivi, i laboratori ufficiali e gli organismi di prova abilitati ai sensi del D.P.R. n. 246/1993 in materia di prove e controlli sul legno.

n) L'attestato di qualificazione delle forniture di legno strutturale
Tutte le forniture di legno strutturale devono essere accompagnate da una copia dell'attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale del Consiglio superiore dei lavori pubblici. L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo, finché permane la validità della qualificazione e vengono rispettate le previste prescrizioni periodiche. Sulla copia dell'attestato deve essere riportato il riferimento al documento di trasporto. Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. Il Direttore dei Lavori è tenuto, prima della messa in opera, a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

27) - Prodotti per impermeabilizzazioni

a) Generalità
I materiali impermeabilizzanti potranno essere bitumi, cartonfeltri bitumati, fogli e manti bituminosi prefabbricati, vernici bituminose, guaine in PVC. Il tipo di materiale, le modalità di posa e il luogo in cui metterli in opera saranno disposti dalla Direzione dei Lavori in relazione alle particolari circostanze e alle particolari caratteristiche delle parti da salvaguardare. Tutti i materiali dovranno rispondere a norme specifiche, dovranno essere di prima qualità e non dovranno presentare alterazioni, deformazioni, tagli e ogni altro vizio che ne pregiudichi l'efficacia e la durata nel tempo. Dovranno inoltre essere sottoposti a tutte le prove richieste e prescritte dalle norme UNI 3838, 8202, in relazione al punzonamento, alla resistenza ai cicli termici, alla flessibilità, alla resistenza a trazione, allo scorrimento a caldo, alla impermeabilità all'acqua e alla lacerazione.
Sarà cura dell'appaltatore assicurarne la conservazione e il corretto uso, a partire dall'osservanza scrupolosa di tutte le indicazioni riportate sulle schede tecniche dei materiali e delle disposizioni di cantiere.

a) Asfalto
L'asfalto sarà naturale e proverrà dalle migliori miniere, sarà in pani, compatto, omogeneo, privo di catrame proveniente dalla distillazione del carbon fossile; il suo peso specifico varierà fra i limiti di 1104÷1205 kg/m³.

b) Bitume asfaltico
Il bitume asfaltico dovrà provenire dalla distillazione di rocce di asfalto naturale, essere molle, assai scorrevole, di colore nero e scevro dell'odore proprio del catrame minerale proveniente dalla distillazione del carbon fossile e del catrame naturale. Dovrà rispondere alle norme UNI 4137 e, se caricati con polveri inorganiche o con fibre a effetto rinforzante alle norme UNI 4377-85, 5654-59.
Il materiale dovrà essere fornito in contenitori sigillati sui quali saranno riportate bene in vista la data di formazione e la data di scadenza, in modo da assicurare le prestazioni previste.

c) Cartonfeltri e cartonfeltri bitumati
I cartonfeltri e i cartonfeltri bitumati saranno da feltri di fibre di carta.
I cartonfeltri bitumati saranno impregnati a saturazione di bitume in bagno a temperatura controllata e cilindrati di bitume oppure solo ricoperti di bitume, anche con l'eventuale inserimento di piccole scaglie e di polvere di materiale minerale; risponderanno alle norme UNI 3682, 3888, 4157 e si presenteranno completamente integri, con superficie piana di colore nero. Di norma avranno le seguenti caratteristiche o altre qualitativamente equivalenti:

cartonfeltro					
Tipo	**contenuto di lana (%)**	**contenuto di cotone e altre fibre tessili (%)**	**Peso a m³ (gr)**	**Potere assorbimento in olio di antracene (%)**	**Carico di rottura a trazione su strisce nel senso longitudinale (Kg)**
224	10	55	224 ± 12	160	2,80
333	12	55	333 ± 16	160	4,00
450	15	55	450 ± 25	160	4,70

cartonfeltro bitumato cilindrato		
Tipo	**contenuto solubile in solfuro di carbonio (gr.)**	**Peso a m³ del cartonfeltro (gr.)**
224	233	450
333	348	670
450	467	900

cartonfeltro bitumato ricoperto		
Tipo	**contenuto solubile in solfuro di carbonio (gr.)**	**Peso a m³ del cartonfeltro (gr.)**
224	660	1.100
333	875	1.420
450	1.200	1.850

Questi cartonfeltri dovranno risultare asciutti, uniformemente impregnati di bitume, presentare superficie piana, senza nodi, buchi od altre irregolarità ed essere di colore nero opaco; il velo di protezione dovrà, inoltre, rimanere in superficie ed essere facilmente asportabile.

d) Membrane

Le membrane si designano descrittivamente in base al:

- materiale componente (esempio: bitume ossidato fillerizzato, bitume polimero elastomero, bitume polimero plastomero, etilene propilene diene, etilene vinil acetato, etc.);
- materiale di armatura inserito nella membrana (esempio: armatura vetro-velo, armatura poliammide-tessuto, armatura polipropilene in film, armatura alluminio in foglio sottile, etc.);
- materiale di finitura della faccia superiore (esempio: poliestere in film da non asportare, graniglie, etc.);
- materiale di finitura della faccia inferiore (esempio: poliestere non-tessuto, sughero, alluminio in foglio sottile, etc.).

Le membrane per coperture di edifici, in relazione allo strato funzionale che vanno a costituire (esempio: strato di tenuta all'acqua, strato di tenuta all'aria, strato di schermo e/o barriera al vapore, strato di protezione degli strati sottostanti, etc.), devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed, in mancanza e/o a complemento, alle seguenti prescrizioni.

1) Le membrane destinate a formare strati di schermo e/o barriera al vapore devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione;
- flessibilità a freddo;
- comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- invecchiamento termico in acqua;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente a trazione ed avere adeguata impermeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le caratteristiche predette esse devono rispondere alla norma UNI 9380 oppure, per I prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori. (Le membrane rispondenti alle varie parti della norma UNI 8629, per le caratteristiche sopracitate sono valide anche per questo impiego).

2) Le membrane destinate a formare strati di continuità, di diffusione o di egualizzazione della pressione del vapore, di irrigidimento o ripartizione dei carichi, di regolarizzazione, di separazione e/o scorrimento o drenante devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- comportamento all'acqua;
- invecchiamento termico in acqua.

Per quanto riguarda le suddette caratteristiche esse devono rispondere alla norma UNI 9168 oppure, per I prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori. Le membrane rispondenti alle norme UNI 9380 e UNI 8629, per le caratteristiche sopracitate, sono valide anche per questo impiego.

3) Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'aria devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e a lacerazione;
- comportamento all'acqua;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione ed alla permeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le suddette caratteristiche esse devono rispondere alla norma UNI 9168 oppure, per I prodotti non normati, ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei lavori. Le membrane rispondenti alle norme UNI 9380 e UNI 8629, per le caratteristiche precisate, sono valide anche per questo impiego.

4) Le membrane destinate a formare strati di tenuta all'acqua devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza e spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e a lacerazione;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;
- stabilità dimensionale in seguito ad azione termica;
- stabilità di forma a caldo;
- impermeabilità all'acqua e comportamento all'acqua;
- permeabilità al vapore d'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria ed acqua;
- resistenza all'ozono (solo per polimeriche e plastomeriche);
- resistenza ad azioni combinate (solo per polimeriche e plastomeriche);
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione ed avere impermeabilità all'aria.

Per quanto riguarda le suddette caratteristiche esse devono rispondere alla norma UNI 8629 (varie parti) oppure, per i prodotti non normati, ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

5) Le membrane destinate a formare strati di protezione devono soddisfare:

- le tolleranze dimensionali (lunghezza, larghezza, spessore);
- difetti, ortometria e massa areica;
- resistenza a trazione e alle lacerazioni;
- punzonamento statico e dinamico;
- flessibilità a freddo;

- stabilità dimensionali a seguito di azione termica;
- stabilità di forma a caldo (esclusi prodotti a base di PVC, EPDM, IIR);
- comportamento all'acqua;
- resistenza all'azione perforante delle radici;
- invecchiamento termico in aria;
- le giunzioni devono resistere adeguatamente alla trazione;
- l'autoprotezione minerale deve resistere all'azione di distacco.

Per quanto riguarda le suddette caratteristiche esse devono rispondere alla norma UNI 8629 (varie parti) oppure, per i prodotti non normati, rispondere ai valori dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

e) Vernici bituminose
Le vernici bituminose saranno ottenibili da bitumi mescolati a solventi organici che ne miglioreranno la fluidità; potranno presentare altresì polveri di alluminio o vernici sintetiche con effetto pigmentante. Verranno impiegate per proteggere i manti bituminosi.

f) Guaine in PVC plastificato
Le guaine in cloruro di polivinile (PVC) con caratteristiche plastificate dovranno rispondere alle norme UNI 8202/1-35, UNI 8629/1-6, UNI 8818-86, UNI 889811-7, UNI 9168-87, UNI 9307-88, UNI 9380-89. Possiedono ottime caratteristiche di resistenza a trazione, ad allungamento e a rottura; inoltre, in relazione alla stabilità termica, dovranno presentare un'ottima resistenza alle variazioni di temperatura comprese in un *range* che va dai – 20°C ai + 75°C.

28) - Materiali da lattoniere

a) Lamiera di acciaio zincato
La lamiera sarà conforme alla Norma UNI 5753. Lo spessore non dovrà essere inferiore a 8/10 mm. La zincatura dovrà essere uniforme su tutta la superficie, realizzata con procedimento SENDZIMIR (procedimento di zincatura consistente in un trattamento con passaggio della lamiera in un bagno di zinco fuso a 700°C contenuto in una vasca ceramica; a questo bagno vengono aggiunti, solitamente, Piombo come elemento fluidificante ed Alluminio per favorire l'aderenza dello zinco all'acciaio. Prima del passaggio nello zinco la lamiera viene sottoposta ad un trattamento di sgrassatura per l'eliminazione delle impurità superficiali e successivamente decapata in acido cloridrico per l'eliminazione dei degli ossidi di ferro. Lo spessore desiderato di rivestimento sul nastro di acciaio dipende dalla velocità di trascinamento del nastro medesimo e controllato mediante un sistema di regolazione di lame d'aria); la qualità media di zinco non dovrà essere inferiore a 275 gr/m². La lamiera dovrà essere esente da difetti di materiale e lavorazione, priva di bruciature, soffiature e soluzioni di continuità.
La lamiera dovrà essere in grado di sopportare le operazioni di profilatura e piegatura senza il distacco del rivestimento protettivo. La saldatura della lamiera zincata verrà eseguita con saldatore a testa calda, il materiale di apporto sarà costituito da stagno puro in barrette. Le superfici da saldare dovranno essere ravvivate con acido cloridrico in cui sono state disciolte piccole quantità di zinco.

b) Lamierati Rheinzink®
La lamiera sarà conforme alla norma DIN 17770 parte 1 e parte 2, realizzata con zinco puro elettrolitico legato con rame e titanio. Lo spessore non dovrà essere inferiore a 8/10 mm. La lamiera dovrà essere esente da ogni difetto di materiale e di lavorazione, priva di soluzioni di continuità. Le lastre dovranno essere in grado di sopportare le operazioni di profilatura e piegatura. La saldatura avverrà mediante brasatura con lega di piombo-stagno, avente nel contenuto di stagno uguale al 40%. La pulizia delle superfici da brasare dovrà essere effettuata con il disossidante raccomandato dal produttore delle lastre, non è ammesso l'uso di acido cloridrico.
Il materiale dovrà essere certificato secondo DIN EN ISO 9001/2008, sottoposto a intensivi e volontari test da parte di TÜV Rheinland secondo i severi criteri QUALITY ZINC. Questo riconosciuto e importante istituto di certificazione tedesco ha sviluppato un proprio marchio di qualità per lo zinco titanio come materiale da costruzione. Nella lista dei criteri QUALITY ZINC sono elencati tutti i dati sulle caratteristiche del materiale e le tolleranze ammesse per la qualità del prodotto semilavorato (lastre e coils). Il monitoraggio viene effettuato ogni due mesi da un ispettore di TÜV Rheinland, che visita l'impianto senza preavviso.

c) Lamiera di acciaio inossidabile
La lamiera sarà conforme alla norma UNI 8317, realizzata con acciaio AISI 304, finitura 2B. Lo spessore non dovrà essere inferiore a 8/10 mm. La lamiera dovrà essere esente da ogni difetto di materiale e di lavorazione, priva di soluzioni di continuità.
La saldatura potrà essere effettuata soltanto in officina con l'impiego di materiale di apporto di caratteristiche uguali o compatibili con il materiale da saldare.

d) Lamiera di alluminio
La lamiera sarà conforme alla Norme UNI 4196-4197, realizzata con lega di alluminio e manganese ad alta resistenza. Lo spessore non dovrà essere inferiore a 15/10 mm. La lamiera dovrà essere esente da ogni difetto di materiale e di lavorazione. La finitura delle lamiere sarà:

- naturale non anodizzato
- preverniciato colore RAL secondo le indicazioni di progetto o della Direzione dei Lavori.

e) Lamiera di rame
La lamiera sarà conforme alle Norme UNI 9328-9329, realizzata con rame elettrolitico. Lo spessore non dovrà essere inferiore a 8/10 mm. La lamiera dovrà essere esente da ogni difetto di materiale e di lavorazione, priva di soluzioni di continuità.
Le lastre dovranno essere in grado di sopportare le operazioni di profilatura e piegatura. La saldatura della lamiera di rame verrà eseguita con saldatore a testa calda, il materiale di apporto sarà costituito da stagno puro in barrette. Le superfici da saldare dovranno essere ravvivate con acido cloridrico in cui sono state disciolte piccole quantità di zinco.

f) Lastra di piombo
La lastra sarà conforme alla Norma UNI 6450, realizzata con piombo di prima fusione. La saldatura della lastra di piombo verrà eseguita con saldatore a testa calda, il materiale di apporto sarà costituito da stagno puro in barrette. Le superfici da saldare dovranno essere ravvivate con acido cloridrico in cui sono state disciolte piccole quantità di zinco.

g) Bocchettoni per pluviali e scarichi di troppo pieno
I bocchettoni per pluviali e gli scarichi di troppo pieno dovranno essere realizzati come indicato sui disegni e le schede tecniche allegate; dovrà essere particolarmente curata la protezione delle superfici di contatto con le strutture murarie usando i materiali previsti.

h) Giunti di dilatazione dei lamierati
Per la realizzazione dei giunti di dilatazione verrà impiegata lastra di piombo dello spessore minimo di 15/10 mm. Prima della messa in opera le lastre di piombo dovranno essere accuratamente verniciate con catramina. Il piano di posa dovrà essere allettato con bitume caldo in modo da assicurare un perfetto isolamento tra le altre e il calcestruzzo.
L'Appaltatore potrà sottoporre una soluzione alternativa alla Direzione dei Lavori per la necessari approvazione.

i) Normativa di riferimento

- UNI 5753 Prodotti finiti piatti di acciaio non legato, rivestiti. Lamiere sottili e nastri larghi di spessore < 3 mm. zincati in continuo per immersione a caldo
- UNI 4196 Lamiere di alluminio e leghe di alluminio - Pesi - Dimensioni
- UNI 4197 Lamiere di leghe di alluminio bonificabili - Dimensioni - Pesi
- UNI 9328 Semilavorati di rame e leghe di rame - Lamiere e bandelle laminate a freddo - Dimensioni, tolleranze e condizioni di fornitura
- UNI 9329 Semilavorati di rame e leghe di rame - Nastri laminati a freddo - Dimensioni, tolleranze e condizioni di fornitura
- UNI 6450 Laminati di piombo - Dimensioni, tolleranze e masse
- UNI 8317 Prodotti finiti di acciaio inossidabile resistente alla corrosione e al calore - Lamiere, lamiere sottili, nastri e nastri larghi
- DIN 17770 Porte 1 e Porte 2: lamiere in zinco elettrostatico legato con rame e titanio.

29) - Materiali per isolamento termico

I materiali per l'isolamento termico ed acustico dovranno provenire dalle migliori fabbriche produttrici del tipo prescelto dalla Direzione dei Lavori o dagli organi tecnici dall'Amministrazione (ad esempio: lana di vetro e di roccia, lana di legno, vermiculite, etc.) ed essere posti in opera con tutti gli accorgimenti particolari che in genere vengono suggeriti dagli stessi stabilimenti di produzione. Gli isolanti termici ottenuti per sintesi chimica di materie plastiche (polistirolo, poliuretano e polistirene espanso) sottoforma di lastre, blocchi e fogli, avranno le caratteristiche richieste dalla norma UNI 7819. Gli isolanti termici di tipo minerale avranno le caratteristiche richieste dalle norme UNI 5958, 6262, 6484, 6536, 6547, 6718. Gli isolanti termici, inoltre, dovranno avere bassa conducibilità, essere leggeri, resistenti, incombustibili, chimicamente inerti e volumetricamente stabili, inodori, inattaccabili da microrganismi e stabili all'invecchiamento. Per tutti i materiali isolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- dimensioni: lunghezza - larghezza, valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei lavori;
- spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei Lavori;
- massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nella norma UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei lavori;
- resistenza termica specifica: deve essere entro i limiti previsti da documenti progettuali (calcolo in base al $D.L_{gs}$ 19/08/2005, n. 192: "Attuazione della Direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia") ed espressi secondo i criteri indicati nella norma UNI 7357 (FA 1 - FA 2 - FA 3);

saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- reazione o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali.

Per i materiali isolanti che assumono la forma definitiva in opera devono essere dichiarate le stesse caratteristiche riferite ad un campione significativo di quanto realizzato in opera. Il Direttore dei Lavori può inoltre attivare controlli della costanza delle caratteristiche del prodotto in opera, ricorrendo ove necessario a carotaggi, sezionamenti, etc., significativi dello strato eseguito. Se non vengono prescritti valori per alcune caratteristiche si intende che la Direzione dei lavori accetta quelli proposti dal fornitore; i metodi di controllo sono quelli definiti nelle norme UNI. Gli isolanti termici dovranno avere, a seconda del tipo, i seguenti requisiti minimi:

a) Polistirolo espanso

Il polistirolo espanso è un materiale plastico ottenuto per estrusione nello spessore voluto e con densità compresa tra 30 e 50 Kg/m³, salvo indicazione specifica di densità maggiori e, se richiesto dalla Direzione dei Lavori, dovrà essere fornito del "Marchio di qualità" rilasciato dall'Istituto Italiano per il polistirolo espanso di qualità garantita; dovrà essere impermeabile all'acqua ed al vapore, resistente agli urti, inodore, anigroscopico, imputrescibile ed autoestinguente ed, inoltre, dovrà resistere a temperature non inferiori a 75°C.

b) Poliuretano espanso

Il poliuretano è un materiale plastico prodotto in manufatti o in "situ" per iniezione, è caratterizzato dal gas, presente nelle celle che gli conferisce un bassissimo valore di conducibilità termica e dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Densità — 30 - 50 Kg/m³
- Conducibilità termica (a 25°C) max. — 0,018 Kcal/ml.° C
- Resistenza alla compressione (per densità da 30 a 50 ed in direzione normale all'espansione) — 1 - 3 Kg/cm²

c) Polistirene espanso

Si presenta sotto forma di granulato, con grani di dimensioni del diametro variabile da ø 2 a ø 6 mm., completamente esente da ogni sostanza estranea e dovrà essere inattaccabile da muffe, batteri, insetti e resistere all'invecchiamento; il peso specifico apparente del polistirene espanso è compreso tra i 10 ed i 12 kg/m³ a seconda della granulometria.

d) Lana minerale

La norma UNI EN 13162 specifica i requisiti per i prodotti di lana minerale ottenuti in fabbrica, con o senza rivestimenti, che sono utilizzati per l'isolamento termico degli edifici. Il materiale isolante ha una consistenza simile alla lana, in quanto è fabbricato con rocce fuse, scorie oppure vetro.

I prodotti in lana minerale possono essere sotto forma di rotoli, di feltri o di pannelli.

I prodotti devono essere marcati chiaramente (sul prodotto, sull'etichetta o sull'imballaggio) con le informazioni previste dal punto 8 della norma UNI EN 13162.

e) Vetro cellulare

I requisiti per i prodotti di vetro cellulare (detto anche *vetro schiuma* o *vetro cellulare espanso*) ottenuti in fabbrica, con o senza rivestimenti, che sono impiegati per l'isolamento termico degli edifici, sono quelli descritti dalla norma UNI EN 13167. La norma descrive anche le caratteristiche del prodotto e comprende procedimenti di prova, valutazione di conformità, marcatura CE ed etichettatura.

I prodotti devono essere marcati chiaramente (sul prodotto, sull'etichetta o sull'imballaggio) con le informazioni previste dal punto 8 della norma UNI EN 13167.

f) Argilla espansa

L'argilla espansa sarà formata da granuli di varie dimensioni a struttura interna cellulare klinkerizzata ed una dura e resistente scorza esterna;

dovrà essere assolutamente inerte, priva di sostanze organiche e combustibili, leggera, impermeabile, refrattaria e resistente alla compressione e dovrà avere un coefficiente di conducibilità termica a 25 °C pari a 0,08 Kcal/ml. °C ed il peso specifico è compreso tra i 350 ed i 530 kg/m³ a seconda della granulometria. In base alla circolare n. 252 AA.GG./S.T.C. del 15 ottobre 1996, per granuli di argilla espansa e scisti di argilla espansa, si richiede:

- nel caso di argilla espansa: superficie a struttura prevalentemente chiusa, con esclusione di frazioni granulometriche ottenute per frantumazione successiva alla cottura;
- nel caso di scisti espansi: struttura non sfaldabile con esclusione di elementi frantumati come sopra indicato. Ogni granulo, di colore bruno, deve avere forma rotondeggiante ed essere privo di materiali attivi, organici o combustibili; deve essere inattaccabile da acidi ed alcali concentrati, e deve conservare le sue qualità in un largo intervallo di temperatura. I granuli devono galleggiare sull'acqua senza assorbirla.

g) Vermiculite

La vermiculite è un materiale di tipo argilloso risultante dall'alterazione della mica nera e sarà fornito sotto forma di prodotto espanso, ottenuto per rapido riscaldamento del minerale alla temperatura di 250 – 300°C; il prodotto espanso dovrà essere esente da impurità, incombustibile, insolubile in acqua, inattaccabile da calci e cemento. A seconda della granulometria il prodotto avrà massa volumica apparente di 100 - 60 Kg/m³, conducibilità termica a 20°C di 0,03 - 0,04 Kcal/mh.°C e potrà resistere a temperature sino a 900°C.

h) Perlite

La perlite sarà realizzata con lava vulcanica espansa in granuli e sarà fornita in pannelli rigidi le cui caratteristiche dipendono dai componenti aggiuntivi per gli stessi adottati, sarà imputrescibile ed ininfiammabile, a seconda della granulometria, avrà una massa volumica apparente di 130 - 90 Kg/m³ ed un coefficiente di conducibilità termica a 20°C di 0,04 Kcal/mh. °C.

i) Fibre di legno di pioppo mineralizzato

Le lastre saranno realizzate da fibre di legno di pioppo mineralizzato con ossisolfato di magnesio, autoestinguenti, con superficie in vista grezza oppure rasata con impasto legno-magnesiaco, secondo quanto previsto nella relativa voce di elenco.

l) Pomice

La pomice dovrà essere formata da granuli asciutti e scevri da sostanze organiche, polvere od altri elementi estranei; dovranno avere la granulometria prescritta, con superfici scabre, e possedere una resistenza meccanica granulare non inferiore a 15 N/mm².

30) - Materiali per isolamento acustico

a) Generalità

Si definiscono materiali isolanti acustici (o materiali fonoisolanti) quelli atti a diminuire in forma sensibile la trasmissione di energia sonora che li attraversa. Questa proprietà è valutata con il potere fonoisolante (R) definito dalla seguente formula:

$$R = 10 \log W_i / W_t$$

dove: W_i è l'energia sonora incidente; W_t è l'energia sonora trasmessa.

Sono da considerare assorbenti acustici tutti i materiali porosi a struttura fibrosa o alveolare aperta. A parità di struttura (fibrosa o alveolare), la proprietà fonoassorbente dipende dalla spessore. I materiali fonoassorbenti si classificano come segue:

- materiali fibrosi:
- minerali (fibra di vetro, fibra di roccia);
- vegetali (fibra di legno o cellulosa, truciolari).
- materiali cellulari minerali:
- calcestruzzi leggeri (a base di pozzolane, perlite, vermiculite, argilla espansa);
- laterizi alveolari;
- materiali cellulari sintetici:
- poliuretano a celle aperte (elastico-rigido);
- polipropilene a celle aperte.

Tutti i materiali comunemente impiegati nella realizzazione di divisori in edilizia posseggono proprietà fonoisolanti. Per materiali omogenei questa proprietà dipende essenzialmente dalla loro massa areica. Quando sono realizzati sistemi edilizi compositi (pareti, coperture, etc.) formate da strati di materiali diversi, il potere fonoisolante di queste strutture dipende, oltre che dalla loro massa areica, dal numero e qualità degli strati, dalle modalità di accoppiamento, dalla eventuale presenza di intercapedine d'aria. Per tutti i materiali fonoisolanti forniti sotto forma di lastre, blocchi o forme geometriche predeterminate, si devono dichiarare le seguenti caratteristiche fondamentali:

- dimensioni: lunghezza - larghezza, valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettata dalla Direzione dei Lavori;
- spessore: valgono le tolleranze stabilite nelle norme UNI, oppure specificate negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelle dichiarate dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione dei Lavori;
- massa areica: deve essere entro i limiti prescritti nella norma UNI o negli altri documenti progettuali; in assenza delle prime due valgono quelli dichiarati dal produttore nella sua documentazione tecnica ed accettate dalla Direzione Tecnica;
- potere fonoisolante, misurato in laboratorio secondo le modalità prescritte dalla norma UNI ENISO 140-3, deve rispondere ai valori prescritti nel progetto od in assenza a quelli dichiarati dal produttore ed accettati dalla Direzione dei Lavori.

Saranno inoltre da dichiarare, in relazione alle prescrizioni di progetto, le seguenti caratteristiche:

- modulo di elasticità;
- fattore di perdita;
- reazione o comportamento al fuoco;
- limiti di emissione di sostanze nocive per la salute;
- compatibilità chimico-fisica con altri materiali;
- traspirabilità;
- riciclabilità.

I prodotti vengono considerati al momento della fornitura; la Direzione dei Lavori ai fini della loro accettazione può procedere ai controlli, anche parziali, su campioni della fornitura oppure chiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni sopra riportate. 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).

Norme di riferimento:

- UNI ENISO 140-1 - Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 1: Requisiti per le

attrezzature di laboratorio con soppressione della trasmissione laterale;
- UNI ENISO 140-3 - Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 3: Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico per via aerea di elementi di edificio;
- UNI ENISO 140-4 - Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti;
- UNI ENISO 140-5 - Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea degli elementi di facciata e delle facciate;
- UNI ENISO 140-6 - Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazioni in laboratorio dell'isolamento dal rumore di calpestio di solai;
- UNI ENISO 140-7 - Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazioni in opera dell'isolamento UNI ENISO 140-8 - Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edificio. Misurazione in laboratorio della riduzione del rumore di calpestio trasmesso da rivestimenti di pavimentazioni su un solaio pesante normalizzato;
- UNI ENISO 140-11 - Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 11: Misurazione in laboratorio della riduzione del rumore di calpestio trasmesso da rivestimenti di pavimentazioni su un solaio leggero normalizzato;
- UNI ENISO 140-12 - Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico dai rumori trasmessi per via aerea e dal calpestio tra due ambienti attraverso un pavimento sopraelevato;
- UNI ENISO 140-14 - Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 14: Linee guida per situazioni particolari in opera;
- UNI ENISO 140-16 - Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 16: Misurazione in laboratorio dell'incremento del potere fonoisolante mediante rivestimento addizionale;
- UNI ENISO 140-18 - Acustica. Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Parte 18: Misurazione;
- UNI EN12354-1 - Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti;
- UNI EN12354-2 - Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Isolamento acustico al calpestio tra ambienti;
- UNI EN12354-3 - Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea;
- UNI EN12354-4 - Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Trasmissione del rumore interno all'esterno;
- UNI EN12354-6 - Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi.

31) - Materiali per pavimentazione

I materiali per pavimentazione, pianelle di argilla, mattonelle e marmette di cemento, mattonelle greificate, lastre e quadrelle di marmo, mattonelle di asfalto, dovranno corrispondere alle norme di accettazione di cui al R. Decreto 16 novembre 1939, n. 2234. Per ogni locale o gruppi di locali contigui gli elementi dovranno essere assolutamente uniformi nel colore e nelle dimensioni, senza alcuna tolleranza sul calibro e, pertanto, in ciascun locale od in gruppi di locali contigui dovranno essere impiegati elementi dello stesso calibro; ogni imballaggio dovrà riportare i segni distintivi della scelta, del calibro e del colore e dovrà contenere piastrelle dello stesso calibro. Dovranno essere fornite nella forma, colore e dimensioni richieste dalla Direzione dei Lavori e inoltre:

a) Mattonelle, marmette e pietrini di cemento
Le mattonelle, le marmette ed i pietrini di cemento dovranno essere di ottima fabbricazione a compressione meccanica, stagionati da almeno tre mesi, ben calibrati, a bordi sani e piani; non dovranno presentare né carie, nè peli, nè tendenza al distacco tra il sottofondo e lo strato superiore; la colorazione del cemento dovrà essere fatta con colori adatti, amalgamati e uniformi. Le mattonelle, di spessore complessivo non inferiore a 25 mm., avranno uno strato superficiale di assoluto cemento colorato, di spessore costante, non inferiore a 7 mm. Le marmette avranno anch'esse uno spessore complessivo di 25 mm. con uno strato superficiale di spessore costante non inferiore a 7 mm. costituito da un impasto di cemento, sabbia e scaglie di marmo. I pietrini avranno uno spessore complessivo non inferiore a 30 mm. con lo strato superficiale di assoluto cemento di spessore non inferiore a 8 mm.; la superficie dei pietrini sarà liscia, bugnata o scanalata, secondo il disegno che sarà prescritto.

b) Pietrini e mattonelle di terracotta greificata
Le mattonelle ed i pietrini saranno di prima scelta, greificate per tutto lo spessore, inattaccabili dagli agenti chimici e meccanici, di forme esattamente regolari, a spigoli vivi, a superfici piane; sottoposte ad un esperimento di assorbimento, mediante gocce di inchiostro, queste non dovranno essere assorbite neanche in minima misura. Dovranno rispettare le prescrizioni seguenti: resistenza all'urto 2 Nm. (0,20 kgm) minimo; resistenza alla flessione 2,5 N/mm² (25 kg/cm²) minimo; coefficiente di usura al tribometro 15 mm. per 1 km. di percorso.

c) Piastrelle di grès rosso
Le piastrelle di grès rosso dovranno rispondere per caratteristiche e dimensioni, in aggiunta ai requisiti riguardanti le norme per i materiali ceramici, alla norma UNI 6506-09.

d) Piastrelle di grès ceramico
Le piastrelle di grès ceramico fine (porcellanato) dovranno essere ottenute con impasto di argille, caolini, e quarzo con aggiunta di fondenti (generalmente feldspati) di colore bianco-avorio; dovranno inoltre corrispondere alle norme UNI 6872/71.

e) Piastrelle di cottoforte smaltato
Le piastrelle di cottoforte smaltato dovranno essere di prima scelta, presentare assoluta regolarità di forma, spessore uniforme, perfetta aderenza degli smalti, impermeabilità, nonché resistenza agli sbalzi termici, alle abrasioni ed agli aggressivi chimici; saranno costituite da un supporto di caratteristiche tra la maiolica ed il grès rosso, con resistenza a flessione non inferiore a 150 Kg/cm² ed assorbimento d'acqua minore del 15% e da una superficie smaltata priva di scheggiature, fenditure, cavilli, fori, bolli, macchie e di durezza non inferiore al grado 6° della scala di Mohs.

f) Lastre in pietra naturale
Le pietre dovranno essere perfette, lavorabili e trasformabili in piastre, 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. 16 novembre 1939, n. 2234.

g) Graniglia 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 da impurità.

h) Pezzami per pavimenti alla Palladiana
I pezzami di marmo o di altre pietre idonee dovranno essere costituiti da elementi dello spessore da 2 a 3 cm. di forma e dimensioni opportune secondo i campioni prescelti.

i) Linoleum e resine viniliche
Si dovrà impiegare materiali rispondenti alle Norme UNI e DIN vigenti, presentare superficie liscia priva di discontinuità, strisciature, macchie e screpolature; dovranno corrispondere per la tonalità dei colori ai campioni prescelti. Gli spessori non dovranno essere inferiori a 2 mm., con una tolleranza non superiore al 5%; lo spessore verrà determinato come media di dieci misurazioni eseguite sui campioni prelevati, impiegando un calibro che dia l'approssimazione di 1/10 di mm. con piani di posa del diametro di almeno ø 10 mm. ed inoltre:
Linoleum: il materiale sarà costituito da un impasto di legante oleo-resinoso a base di olio di lino, resine speciali, farine di sughero, di legno e coloranti, calandrato su tela di juta ed essiccato a caldo; il peso del linoleum al metro quadrato non dovrà essere inferiore a 1,2 Kg. per mm. di spessore e verrà determinato sopra provini quadrati del lato di cm. 50 con pesature che diano l'approssimazione di un grammo; la stagionatura non dovrà essere inferiore a quattro mesi. Tagliando i campioni a 45° nello spessore, la superficie del taglio dovrà risultare uniforme e compatta, dovrà essere perfetto il collegamento tra il linoleum e la tela di juta cui è applicato; un pezzo di tappeto di forma quadrata di cm. 20 di lato dovrà potersi curvare col preparato in fuori sopra un cilindro del diametro 10 * (s+1) mm., dove "s" rappresenta lo spessore in mm., senza che si formino fenditure e screpolature.
Resine viniliche: il materiale sarà costituito dalla mescolanza di resine viniliche, senza residuo a 60 mesh, plastificanti, stabilizzanti, additivi inorganici e con cariche minerali ad elevata cristallinità aventi granulometria inferiore a 40 micron; la reazione al fuoco dovrà essere di Classe I° secondo il Decreto del Ministero dell'Interno del 6 luglio '83, atossica, comportamento sotto l'azione della luce con indice non inferiore a 6 (DIN 53388), resistente agli acidi (DIN 51958), idoneo alla sollecitazione delle sedie a rotelle (DIN 54324). Possono essere previste mescolanze contenenti anche resine poliuretaniche, per la saturazione della porosità, oppure contenenti ossido di alluminio in granuli e carburo di silicio, per l'elevato potere antisdrucciolo.
I prodotti di vinile, omogenei e non ed i tipi eventualmente caricati devono rispondere alle seguenti prescrizioni:

- UNI 5573 per le piastrelle di vinile;
- UNI 7071 per le piastrelle di vinile omogeneo
- UNI 7072 per le piastrelle di vinile non omogeneo.

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Il foglio di accompagnamento indicherà le caratteristiche di cui alle UNI precitate.

l) Pavimenti in legno
I pavimenti in legno (parquet), ben stagionato secondo UNI 4376, vengono distinti in:
pavimenti a listoni lavorati a maschio e femmina e chiodati sopra una orditura di abete UNI 4373;
pavimenti a tavoletta applicabili ad incastro UNI 4374 o a mosaico UNI 4375;
perline di legno secondo le prescrizioni delle norme UNI 4873 - 4875.
I prodotti di cui sopra devono rispondere a quanto segue:
a) essere della essenza legnosa adatta all'uso e prescritta nel progetto;
b) avere eventuali difetti visibili sulle facce in vista:

1. qualità I^{a}: piccoli nodi sani con diametro minore di 2 mm. se del colore della specie (minore di 1 mm. se di colore diverso) purché presenti su meno del 10% degli elementi del lotto; imperfezioni di lavorazione con profondità minore di 1 mm. e purché presenti su meno del 10% degli elementi.
2. qualità II^{a}: piccoli nodi sani con diametro minore di 5 mm. se del colore della specie (minore di 2 mm. se di colore diverse) purché presenti su meno del 20% degli elementi del lotto; imperfezioni di lavorazione come per la classe I; piccole fenditure; alburno senza limitazioni ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti.
3. qualità III^{a}: esenti da difetti che possono compromettere l'impiego (in caso di dubbio valgono le prove di resistenza meccanica) alburno senza limitazioni ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti.

c) avere contenuto di umidità tra il 10 ed il 15%;
d) dimensioni e tolleranze e finitura:

1. listoni: 1 mm. sullo spessore; 2 mm. sulla larghezza; 5 mm. sulla lunghezza.
2. tavolette: 0,5 mm. sullo spessore; ± 1,5% sulla larghezza e lunghezza;
3. mosaico, quadrotti, etc.: 0,5 mm sullo spessore; ± 1.5% sulla larghezza e lunghezza.
4. le facce a vista ed i fianchi da accertare saranno lisci.

e) la resistenza meccanica a flessione, la resistenza all'impronta ed altre caratteristiche saranno nei limiti solitamente riscontrati sulla specie legnosa e saranno comunque dichiarati nell'attestato che accompagna la fornitura.
f) i prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggono da azioni meccaniche, umidità nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

g) Pavimenti in gomma
I prodotti di gomma per pavimentazioni di locali in genere, sotto forma di rotoli, devono rispondere alle prescrizioni qui di seguito illustrate. La pavimentazione sarà esente da alogeni, cadmio, formaldeide ed amianto, costituita da gomma sintetica al 100% e non rigenerata, calandrata, vulcanizzata, stabilizzata composta da una base monocromatica nella quale sono inseriti granuli vulcanizzati di identica composizione che formano un manto omogeneo dello spessore di 2,0 mm. (2,9 Kg/m^2) con speciale trattamento superficiale all'origine tale da risultare goffrata, opaca e antiriflesso, nel formato teli da 190 cm. di altezza, da incollare al sottofondo con appositi adesivi. Le giunzioni dovranno essere saldate termicamente con cordolo specifico di stesso colore del fondo. Il materiale dovrà essere prodotto in accordo con i requisiti previsti dalla norma UNI ENISO 9001 per la progettazione, la produzione e la rintracciabilità da aziende che dimostrano la certificazione del proprio Sistema Qualità aziendale da parte di Enti riconosciuti. Il pavimento dovrà essere conforme in ogni parte alle normative EN 1817 e rispondente alle seguenti caratteristiche tecniche:

PROPRIETÀ	METODI DI PROVA	UNITÀ DI MISURA	VALORI
Durezza	ISO 7619	Shore A	90
Impronta residua (dopo carico statico)	EN 433	mm.	0,1
Resistenza all'abrasione	ISO 4649 metodo A carico vert. 5 N	mm^3	160
Stabilità dimensionale	EN 434	%	< 0,4
Flessibilità (diam. del mandrino 20mm)	EN 435 metodo A	-	nessuna fessurazione
Solidità del colore alla luce artificiale	EN 20105-B02 metodo 3	grado	scala dei blu > 6 - scala dei grigi > 3
Resistenza alla bruciatura da sigaretta	EN 1399	grado	metodo A > 4 - metodo B > 3
Classificazione	EN 685	classe	21-23/31-34/41-42

Resistenza all'azione di una sedia a rotelle	EN 425	-	adatta
Reazione al fuoco	CSE RF2/75-A RF3/77	classe	classe 1
Reazione al fuoco	DIN 4102	classe	classe B1
Resistenza allo scivolamento	DIN 51130	grado	R9
Miglioramento del rumore da calpestio	DIN 52210 ISO 140/VIII	dB	5
Tossicità dei gas di combustione	DIN 53436	-	tossicità dei gas liberati trascurabile
Resistenza elettrica	EN 1081	Ohm	$>10^{10}$
Propensione all'accumulo di cariche elettrostatiche	EN 1815	kV	antistatico,< 2
Resistenza alle macchie	EN 423	-	nessuna alterazione della superficie

Inoltre i materiali impiegati dovranno essere esenti da difetti visibili (bolle, graffi, macchie, aloni, etc.) sulle superfici destinate a restare in vista; avere costanza di colore tra i prodotti della stessa fornitura; in caso di contestazione deve risultare entro il contrasto dell'elemento n. 4 della scala dei grigi di cui alla UNI 8272-2. Il potere macchiante, inteso come cessione di sostanze che sporcano gli oggetti che vengono a contatto con il rivestimento, per i prodotti colorati non deve dare origine ad un contrasto di colore maggiore di quello dell'elemento N3 della scala dei grigi di cui alla UNI 8272-2. Per i prodotti neri il contrasto di colore non deve essere maggiore dell'elemento N2. I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Il foglio di accompagnamento indicherà oltre al nome del fornitore anche le caratteristiche tecniche. A completamento della pavimentazione in gomma verranno impiegati zoccolini costituiti da elementi preformati in gomma con altezza di 6 cm. e spessore 3 mm. del peso di 0.4 kg\ml. in barre da 10 ml. atti a garantire un raccordo tra pavimento e parete nei colori a scelta da campionario, completi di elementi angolari per il raccordo di angoli interni o esterni.
I prodotti in gomma per la pavimentazione delle palestre, sotto forma di rotoli, devono rispondere alle prescrizioni qui di seguito illustrate. La pavimentazione sarà esente da alogeni, cadmio, formaldeide ed amianto, costituita da gomma naturale e sintetica, cariche minerali, vulcanizzanti, stabilizzanti e pigmenti colorati, composta da uno strato di usura superiore con superficie liscia antisdrucciolevole opaca, leggermente marmorizzata tono su tono, vulcanizzata al sottostrato portante con una minore durezza, per uno spessore complessivo di 4 mm. e del peso di 6,4 kg/m², nel formato teli da cm. 180 di altezza, da incollare ad una sottostante lamina stabilizzante, impermeabilizzante ed isolante in fibra di vetro resinata su ambo i lati con resine sintetiche ed elastomeri e peduncoli in resina espansa nella parte sottostante, dello spessore di almeno 1,2 mm. e del peso di 1 kg/m², incollata a sua volta al sottofondo con appositi adesivi. Le giunzioni dovranno essere saldate termicamente con cordolo specifico di stesso colore del fondo. Il materiale dovrà essere prodotto in accordo con i requisiti previsti dalla norma UNI ENISO 9001 per la progettazione, la produzione e la rintracciabilità da aziende che dimostrano la certificazione del proprio Sistema Qualità aziendale da parte di Enti riconosciuti. Il pavimento dovrà essere conforme in ogni parte alle normative EN 1817 e rispondente alle seguenti caratteristiche tecniche:

PROPRIETÀ	METODI DI PROVA	UNITÀ DI MISURA	VALORI
Durezza	ISO 7619	Shore A	70
Resistenza all'abrasione	ISO 4649 metodo A carico vert. 5 N	mm^3	175
Stabilità dimensionale	EN 434	%	< 0,4
Solidità del colore alla luce artificiale	EN 20105-B02 metodo 3	grado	6
Resistenza alla bruciatura da sigaretta	EN 1399	grado	metodo A > 4 - metodo B > 3
Reazione al fuoco	UNI 8457 UNI 9174	classe	classe 1
Resistenza allo scivolamento	UNI 9551	grado	> 80
Diminuzione della forza	Pr EN	%	4
Deformazione verticale standard	Pr EN	mm.	< 0,25
Rimbalzo della palla	Pr EN	%	> 95
Resistenza agli impatti	UNI EN1517	mm.	> 0,5
Resistenza ai carichi rotanti	UNI EN1516	mm.	< 0,5
Impronta residua	UNI EN1516	mm.	< 0,05

Inoltre i materiali impiegati dovranno essere esenti da difetti visibili (bolle, graffi, macchie, aloni, etc.) sulle superfici destinate a restare in vista; avere costanza di colore tra i prodotti della stessa fornitura; in caso di contestazione deve risultare entro il contrasto dell'elemento n. 4 della scala dei grigi di cui alla UNI 8272-2. Il potere macchiante, inteso come cessione di sostanze che sporcano gli oggetti che vengono a contatto con il rivestimento, per i prodotti colorati non deve dare origine ad un contrasto di colore maggiore di quello dell'elemento N3 della scala dei grigi di cui alla UNI 8272-2. Per i prodotti neri il contrasto di colore non deve essere maggiore dell'elemento N2. I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa. Il foglio di accompagnamento indicherà oltre al nome del fornitore anche le caratteristiche tecniche. A completamento della pavimentazione in gomma verranno impiegati zoccolini costituiti da elementi preformati in gomma con altezza di 6 cm. e spessore di 3 mm. del peso di 0.4 kg\ml. in barre da 10 ml. atti a garantire un raccordo tra pavimento e parete nei colori a scelta da campionario, completi di elementi angolari per il raccordo di angoli interni o esterni.

h) Pavimenti tessili (moquettes)
I prodotti tessili per pavimenti (moquettes) si intendono tutti i rivestimenti nelle loro diverse soluzioni costruttive e cioè:
- rivestimenti tessili a velluto (nei loro sottocasi velluto tagliato, velluto riccio, velluto unilivello, velluto plurilivello, etc.)
- rivestimenti tessili piatti (tessuto, non tessuto).

In caso di dubbio e contestazione si farà riferimento alla classificazione e terminologia della UNI 8013/1.
I prodotti devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed in mancanza o completamento a quanto segue:
- massa areica totale e dello strato di utilizzazione;
- spessore totale e spessore della parte utile dello strato di utilizzazione;
- perdita di spessore dopo applicazione (per breve e lunga durata) di carico statico moderato;
- perdita di spessore dopo applicazione di carico dinamico.

In relazione all'ambiente di destinazione saranno richieste le seguenti caratteristiche di comportamento:
- tendenza all'accumulo di cariche elettrostatiche generate dal calpestio;
- numero di fiocchetti per unità di lunghezza e per unità di area;
- forza di strappo dei fiocchetti;
- comportamento al fuoco.

32) - Pavimenti sopraelevati

Il sistema di pavimenti sopraelevati deve essere composto da una struttura metallica portante che assolve il compito di sostenere i pannelli del pavimento rialzato, che possono essere costituiti da:

- conglomerato di legno e resine a bassa emissione di formaldeide;
- materiale inerte (solfato di calcio) rinforzato con fibre di cellulosa ad alta resistenza meccanica;
- materiale composito formato dall'accoppiamento di un pannello in truciolare con un pannello di inerte.

Le strutture di sopraelevazione, adatte a sostenere ogni tipo di pannello modulare, si diversificano per rispondere a varie esigenze progettuali, quali, per esempio, il carico da supportare, l'altezza della sopraelevazione, la tenuta d'aria per il condizionamento, la continuità elettrica, la resistenza al fuoco, etc. Le strutture portanti possono essere dei seguenti tipi:

- senza travette: strutture con colonnine in acciaio per pavimenti particolarmente bassi, da fissare al pavimento con apposito mastice;
- con travette: strutture con colonnine in acciaio e travette aggredibili a incastro. Adatte a medie altezze di sopraelevazione e particolarmente indicate per sistemi di condizionamento dal basso;
- in acciaio con travette da fissare con bullone: adatte ad altezze comprese tra i 5e i 10 mm. La continuità elettrica deve essere conforme alle norme vigenti in materia;
- strutture pesanti con travi tubolari passanti e travi tubolari di collegamento: sono fissate alle colonnine con vite di pressione. Tale soluzione, consigliata in presenza di carichi gravosi e alte sopraelevazioni, garantisce la continuità elettrica in ogni punto di traliccio portante.

La struttura portante del pavimento sopraelevato deve essere in grado di contrarsi e dilatarsi per effetto delle escursioni termiche senza causare danni al pavimento.

I pannelli di supporto dei pavimenti sopraelevati possono essere dei seguenti tipi:

- pannello ligneo costituito da un conglomerato di legno ad alta densità e resine leganti;
- pannello in materiale inerte in solfato di calcio costituito da gesso e fibre;
- pannello composito costituito da uno strato superiore in conglomerato di legno di 28 mm. e da uno strato inferiore in solfato di calcio di 10 mm.

Il rivestimento superiore dei pannelli può essere in laminato, in linoleum, in vinile, in ceramica, in moquette, in parquet, in marmo, in gomma o in granito. Il retro dei pannelli può prevedere anche una lamina in alluminio, una lastra di acciaio zincato, un laminato o una vaschetta in acciaio. Per l'accettazione dei pavimenti sopraelevati modulari e i relativi componenti e accessori, si farà riferimento alle prescrizioni delle seguenti norme:

UNI EN 12825 - Pavimenti sopraelevati;
UNI EN 1366-6 - Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi. Parte 6: Pavimenti sopraelevati e pavimenti cavi.

33) - Materiali per rivestimenti

I materiali per rivestimento dovranno essere conformi alle norme UNI vigenti e dovranno avere, a seconda del tipo, i seguenti requisiti:

a) Piastrelle di ceramica smaltata

Le piastrelle di ceramica smaltata dovranno essere di prima scelta, presenteranno regolarità di forma, spessore uniforme, perfetta aderenza degli smalti, impermeabilità, nonché resistenza alle macchie, agli sbalzi termici, alle abrasioni ed agli aggressivi chimici; saranno costituite da argille e/o caolini, sabbie e altri minerali con procedimenti che contemplino una cottura oltre i 900°C, il supporto sarà poroso e ricoperto da uno strato vetroso trasparente o opaco, colorato e/o decorato. Per ogni locale gli elementi dovranno essere assolutamente uniformi nel colore e nelle dimensioni, senza alcuna tolleranza sul calibro e, pertanto, in ciascun locale dovranno essere impiegati elementi dello stesso calibro. Ogni imballaggio dovrà riportare i segni distintivi della scelta, del calibro e del colore e dovrà contenere piastrelle dello stesso calibro. Le piastrelle devono avere impresso sul retro, inciso o in rilievo, il marchio che permette l'identificazione del produttore.

Con riferimento al D.M. 26 giugno 1997, recante l'istituzione dei marchi di ceramica artistica e tradizionale e di ceramica di qualità, la ceramica artistica e tradizionale deve recare il marchio previsto.

Per qualunque altra indicazione o contestazione riguardante le piastrelle di ceramica, si rimanda alle prescrizioni delle norme UNI vigenti.

b) Klinker ceramico

Il klinker ceramico ha caratteristiche simili al grès rosso e dovrà essere conforme alle norme DIN 18166; il klinker presenterà una superficie opaca, vetrinata o smaltata, dovrà avere resistenza garantita al gelo, agli sbalzi termici, alla luce ed agli acidi e dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Massa volumica	2,10 - 2,20 g/cm³
- Assorbimento d'acqua	3% - 5%
- Resistenza a flessione	> 200 Kg/cm²
- Durezza Mohs per superficie vetrinata o smaltata	6
- Durezza Mohs per superficie opaca	7

c) Prodotti a base di cartongesso

I prodotti a base di cartongesso devono rispondere alle prescrizioni del progetto esecutivo e, in mancanza, alle prescrizioni seguenti:

- spessore con tolleranza di ± 0,5 mm.;
- lunghezza e larghezza con tolleranza di ± 2 mm.;
- resistenza all'impronta, all'urto e alle sollecitazioni localizzate (punti di fissaggio);
- basso assorbimento d'acqua;
- bassa permeabilità al vapore (prodotto abbinato a barriera al vapore);
- resistenza all'incendio dichiarata;
- isolamento acustico dichiarato.

I limiti di accettazione saranno quelli indicati nel progetto esecutivo e, in loro mancanza, quelli dichiarati dal produttore e approvati dalla Direzione dei Lavori.

d) Prodotti e componenti per facciate continue

I prodotti e i componenti per facciate continue dovranno rispondere, oltreché alle prescrizioni del progetto esecutivo, anche alle seguenti ulteriori prescrizioni:

- gli elementi dell'ossatura devono possedere caratteristiche meccaniche non inferiori a quelle di progetto, in modo da poter trasmettere le sollecitazioni meccaniche (peso proprio delle facciate, vento, urti, etc.) alla struttura portante, resistere alle corrosioni e azioni chimiche dell'ambiente esterno e interno;
- gli elementi di tamponamento (vetri, pannelli, ecc.) devono essere fissati alle strutture portanti, in modo resistere alle sollecitazioni meccaniche (vento, pioggia, urti, etc.) e termoigrometriche dell'ambiente esterno e chimiche degli agenti inquinanti;
- le parti apribili e i loro accessori devono rispondere alle prescrizioni sulle finestre o sulle porte stabilite in questo capitolato speciale;
- i rivestimenti ceramici e simili devono essere inassorbenti e resistenti all'usura, all'abrasione, agli attacchi chimici e alla flessione; devono, inoltre, essere di facile pulizia e manutenzione;

- le soluzioni costruttive dei giunti devono completare e integrare le prestazioni dei pannelli ed essere sigillate con prodotti adeguati.

L'appaltatore, per ogni prodotto da impiegare, deve fornire alla Direzione dei Lavori le schede tecniche rilasciate dal produttore.

e) Carte da parati

Le carte da parati devono possedere i seguenti requisiti:

- rispettare le tolleranze dimensionali dell'1,5% sulla larghezza e sulla lunghezza;
- garantire resistenza meccanica e alla lacerazione (anche nelle condizioni umide di applicazione);
- avere deformazioni dimensionali a umido limitate;
- resistere alle variazioni di calore e, quando richiesto, avere resistenza ai lavaggi e reazione o resistenza al fuoco adeguate.

Le confezioni devono riportare i segni di riferimento per le sovrapposizioni, allineamenti (o sfalsatura) dei disegni, inversione dei singoli teli, etc.

f)Rivestimenti tessili

I rivestimenti tessili per pareti devono rispondere alle prescrizioni elencate nel punto precedente, avere adeguato livello di resistenza e possedere le necessarie caratteristiche di elasticità per la posa a tensione.

g)Rivestimento ignifugo

I rivestimenti con tessuti in fibra di vetro dovranno essere applicati su qualsiasi supporto, per risolvere problemi relativi a intonaci irregolari, ruvidi o cavillati. Tali prodotti dovranno possedere una notevole resistenza meccanica agli urti e all'abrasione. Dovranno inoltre possedere caratteristiche ignifughe ed essere omologati in classe 1 di reazione al fuoco, ai sensi del D.M. del 26 giugno 1984 e s.m.i. I tessuti vengono incollati sulla superficie trattata con speciali adesivi (escluso quelli appartenenti alla classe 0) e, una volta asciutti, potranno essere tinteggiati con idonei prodotti.

34) - Adesivi

Si definiscono adesivi i prodotti utilizzati per ancorare un prodotto a uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, etc., dovute all'ambiente e alla destinazione d'uso.
Sono inclusi nel presente articolo gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per altri usi e per diversi supporti (murario, ferroso, legnoso, etc.).
Sono esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti.
Oltre a quanto specificato nel progetto esecutivo o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego (cioè con un decadimento delle caratteristiche meccaniche che non pregiudichino la loro funzionalità);
- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- proprietà meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

a) Adesivi per piastrelle

Il prodotto dovrà essere preparato versandolo in un recipiente, aggiungendo la percentuale d'acqua prevista dal produttore e mescolando con il trapano elettrico a basso numero di giri per qualche minuto, fino a ottenere un impasto omogeneo (ovvero senza grumi), che, prima dell'impiego, deve essere lasciato a riposo per qualche minuto.
Il prodotto deve essere applicato su supporto esente da polveri, oli, grassi, etc., con spatola dentata con passaggi sia orizzontali sia verticali.
Dovrà essere evitata l'applicazione del prodotto su quei supporti che presentano condizioni di maturazione insufficienti o contenuto d'acqua eccessivo. Si dovrà, inoltre, proteggere il prodotto dal gelo e non porlo in opera a temperature inferiori a + 5 °C. In presenza di temperature elevate e supporti assorbenti, è buona norma inumidire la superficie prima della stesura. Il prodotto dovrà possedere i seguenti parametri meccanici:

- resistenza a compressione (N/mm²) : 7,5
- resistenza a flessione (N/ mm²) : 2,0
- resistenza allo strappo (adesione) (N/ mm²) : 0,8

Norme di riferimento:

- UNI EN12002 - Adesivi per piastrelle. Determinazione della deformazione trasversale di adesivi sigillanti e cementizi;
- UNI EN12003 - Adesivi per piastrelle. Determinazione della resistenza al taglio degli adesivi reattivi con resina;
- UNI EN12004 - Adesivi per piastrelle. Requisiti, valutazione di conformità, classificazione e designazione;
- UNI EN1323 - Adesivi per piastrelle. Lastra di calcestruzzo per le prove;
- UNI EN1324 - Adesivi per piastrelle. Determinazione dell'adesione mediante sollecitazione al taglio di adesivi in dispersione;
- UNI EN1308 - Adesivi per piastrelle. Determinazione dello scorrimento;
- UNI EN1346 - Adesivi per piastrelle. Determinazione del tempo aperto;
- UNI EN1347 - Adesivi per piastrelle. Determinazione del potere bagnante;
- UNI EN1348 - Adesivi per piastrelle. Determinazione dell'aderenza mediante trazione su adesivi cementizi.

b) Adesivi per rivestimenti ceramici

Il prodotto dovrà essere preparato versandolo in un recipiente, aggiungendo la percentuale d'acqua prevista dal produttore e mescolando con il trapano elettrico a basso numero di giri per qualche minuto, fino a ottenere un impasto omogeneo (ovvero senza grumi), che, prima dell'impiego, deve essere lasciato a riposo per qualche minuto.
Il prodotto deve essere applicato su supporto esente da polveri, oli, grassi, etc., con spatola dentata con passaggi sia orizzontali che verticali.
Dovrà essere evitata l'applicazione del prodotto su quei supporti che presentino condizioni di maturazione insufficienti o contenuto d'acqua eccessivo. Si dovrà, inoltre, proteggere il prodotto dal gelo e non porlo in opera a temperature inferiori a + 5 °C. In presenza di temperature elevate e supporti assorbenti, è buona norma inumidire la superficie prima della stesura.
Norme di riferimento:

- UNI 10110 - Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione del potere di ritenzione d'acqua della pasta;
- UNI 10111 - Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione della granulometria della polvere;
- UNI EN 1245 - Adesivi - Determinazione del pH. Metodo di prova;
- UNI 10113 - Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione del residuo secco;
- UNI 9446 - Adesivi. Determinazione della massa volumica apparente di adesivi in polvere per rivestimenti ceramici.

35) - Controsoffitti

I controsoffitti sono strutture di finitura costituiti da elementi modulari leggeri prefabbricati, sospesi a strutture puntiformi e discontinue. Gli elementi di sostegno possono essere fissati direttamente al solaio o a esso appesi. Lo strato di tamponamento può essere realizzato con i seguenti elementi:

- doghe metalliche a giacitura orizzontale;
- lamelle a giacitura verticale;
- grigliati a giacitura verticale e orditura ortogonale;
- cassettoni costituiti da elementi a centina, nei materiali e colori previsti dalle indicazioni progettuali esecutive riguardo alle caratteristiche meccaniche, chimiche e fisiche.

Gli elementi dei controsoffitti non accettati dal direttore dei lavori per il manifestarsi di difetti di produzione o di posa in opera dovranno essere dismessi e sostituiti dall'appaltatore. I prodotti devono riportare la prescritta marcatura ce, in riferimento alla norma UNI EN13964.
La posa in opera comprende anche l'eventuale onere di tagli, forature e formazione di sagome. Il Direttore dei Lavori dovrà controllare la facile amovibilità degli elementi modulari dalla struttura di distribuzione per le eventuali opere di manutenzione.
Norme di riferimento:

- UNI EN 13964 - Controsoffitti. Requisiti e metodi di prova;
- UNI EN14246 - Elementi di gesso per controsoffitti. Definizioni, requisiti e metodi di prova.

a) Elementi di sospensione e profili portanti
Gli organi di sospensione dei controsoffitti per solai in cemento armato laterizio possono essere realizzati con vari sistemi:

- fili metallici zincati;
- tiranti di ferro piatto con fori ovalizzati per la regolazione dell'altezza mediante viti;
- tiranti in ferro tondo o piatto.

Gli organi di sospensione dei controsoffitti fissati alle solette in cemento armato possono essere realizzati con:

- elementi in plastica incastrati nella soletta;
- guide d'ancoraggio;
- viti con tasselli o viti a espansione.

Gli organi di sospensione dei controsoffitti fissati ai solai in lamiera d'acciaio possono essere realizzati con:

- lamiere piane con occhielli punzonati;
- tasselli ribaltabili;
- tasselli trapezoidali collocati entro le nervature sagomate della lamiera.

I profili portanti i pannelli dei controsoffitti dovranno avere le caratteristiche tecniche indicate in progetto. In mancanza, si seguiranno le indicazioni del Direttore dei Lavori.
Gli eventuali elementi in legno per la struttura di sostegno del controsoffitto devono essere opportunamente trattati ai fini della prevenzione del loro deterioramento e imbarcamento.

b) Controsoffitti in pannelli di gesso
I controsoffitti in pannelli di gesso devono essere costituiti da lastre prefabbricate piane o curve, confezionate con impasto di gesso e aggiunta di fibre vegetali di tipo manila o fibre minerali. Eventualmente, possono essere impiegate anche perline di polistirolo per aumentarne la leggerezza. Le caratteristiche dovranno rispondere alle prescrizioni progettuali. Tali tipi di controsoffitti possono essere fissati mediante viti autoperforanti a una struttura costituita da doppia orditura di profilati metallici o misti legno/metallo, sospesa all'intradosso del solaio secondo le prescrizioni progettuali, tramite pendini a molla o staffe. Il controsoffitto in pannelli di gesso di tipo tradizionale potrà essere sospeso mediante pendini costituiti da filo metallico zincato, ancorato al soffitto esistente mediante tasselli o altro. Durante la collocazione, le lastre devono giuntate con gesso e fibra vegetale. Infine, dovranno essere stuccate le giunture a vista e i punti di sospensione delle lastre. Particolare attenzione dovrà essere posta alla finitura dei giunti tra i pannelli e tra i pannelli e le pareti del locale. A posa ultimata, le superfici dovranno risultare perfettamente lisce e prive di asperità.

c) Controsoffitti in lastre di cartongesso
I controsoffitti in cartongesso possono essere costituiti da lastre prefabbricate piane, confezionate con impasto di gesso stabilizzato miscelato e additivato, rivestito su entrambi i lati da speciali fogli di cartone. Le caratteristiche devono rispondere alle prescrizioni progettuali.
Tali tipi di controsoffitti devono fissati, mediante viti autoperforanti, a una struttura costituita da doppia orditura di profilati metallici o misti legno/metallo, sospesa all'intradosso del solaio, secondo le prescrizioni progettuali, o tramite pendini a molla o staffe.
Particolare attenzione dovrà essere posta alla finitura dei giunti tra i pannelli e tra i pannelli e le pareti della stanza. A posa ultimata le superfici devono risultare perfettamente lisce.

d) Controsoffitti in perline di legno
I controsoffitti in perline di legno con lati sagomati a incastro, a maschio e femmina o a battuta, possono essere montati con chiodi nascosti nell'incastro o con ganci su correnti in legno. Particolare attenzione deve essere posta alla ventilazione dell'intercapedine che si viene a formare, al fine di evitare ristagni di umidità.

e) Controsoffitti con doghe o pannelli di alluminio modulari
I controsoffitto realizzati con doghe o pannelli di alluminio modulari smontabili verniciati a smalto con colore chiaro standard, verranno applicati mediante sistema a clips o scatto su orditura metallica portante non in vista, costituita da tubi in acciaio zincato da agganciare alle soprastanti strutture ad una distanza non maggiore di 60 cm. a mezzo di tiranti in filo di ferro zincato, oppure con tiranti di tondino rigido regolabili a mezzo di molla interposta, oppure con staffe rigide regolabili a vite.

f) Controsoffitti in pannelli di fibre minerali
I controsoffitti in pannelli di fibre minerali possono essere collocati su un doppio ordito di profili metallici a "T" rovesciata, sospesi mediante pendini o staffe. I profilati metallici potranno essere a vista, seminascosti o nascosti, secondo le prescrizioni progettuali o le direttive del Direttore dei Lavori.

36) - Vetri e cristalli

Si definiscono *prodotti di vetro* quelli che sono ottenuti dalla trasformazione e lavorazione del vetro; si dividono nelle seguenti principali categorie:

- lastre piane;
- vetri pressati;
- prodotti di seconda lavorazione.

Per le definizioni rispetto ai metodi di fabbricazione, alle loro caratteristiche, alle seconde lavorazioni, nonché per le operazioni di finitura dei bordi, si fa riferimento alle norme UNI. Le modalità di posa sono trattate negli articoli relativi alle vetrazioni e ai serramenti. I tipi di vetro, la composizione e le dimensioni delle lastre sono indicati sui disegni progettuali esecutivi e/o nel computo metrico estimativo. Per ogni tipo di vetrata l'appaltatore dovrà precisare i seguenti dati caratteristici:

- percentuale di trasmissione della luce solare dall'esterno verso l'interno, percepita dall'occhio umano;
- percentuale dell'energia solare riflessa direttamente all'esterno;
- fattore solare;
- coefficiente globale medio di trasmissione termica.

Per le vetrate con intercapedine, si richiede una dettagliata relazione sulla composizione del giunto proposto, in funzione dello stress termico che interviene sulle lastre parzialmente soleggiate e sulle deformazioni prevedibili.
Norme di riferimento:

- UNI 7143 - Vetri piani. Spessore dei vetri piani per vetrazioni in funzione delle loro dimensioni, dell'azione del vento e del carico neve;
- UNI 6534 - Vetrazioni in opere edilizie. Progettazione, materiali e posa in opera;
- UNI 7697 - Criteri di sicurezza nelle applicazioni vetrarie.
- UNI 7171 - Vetri uniti al perimetro;
- UNI 7172 - Vetri stratificati per edilizia ed arredamento;
- UNI 9186 - Vetri stratificati per edilizia ed arredamento con prestazioni antivandalismo ed anticrimine";
- UNI 9187 - Vetri stratificati per edilizia ed arredamento con prestazioni antiproiettile";

a) Vetri piani di vetro di silicato sodo-calcico

1 - Vetri grezzi

I vetri piani grezzi sono quelli colati e laminati grezzi e anche cristalli grezzi traslucidi e incolori, cosiddetti bianchi, eventualmente armati.

2 - Vetri piani lucidi tirati

I vetri piani lucidi tirati sono quelli incolori ottenuti per tiratura meccanica della massa fusa, che presenta sulle due facce, naturalmente lucide, ondulazioni più o meno accentuate, non avendo subito lavorazioni di superficie.

3 - Vetri piani trasparenti float

I vetri piani trasparenti float sono quelli chiari o colorati ottenuti per colata mediante galleggiamento su un bagno di metallo fuso.
Norme di riferimento:

- UNI EN572-1 - Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Definizione e proprietà generali fisiche e meccaniche;
- UNI EN572-2 - Vetro per edilizia. Prodotti di base di vetro di silicato sodo-calcico. Parte 2: Vetro float;
- UNI EN572-5 - Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Vetro stampato;
- UNI EN572-4 - Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Vetro tirato;
- UNI EN572-7 - Vetro per edilizia. Prodotti a base di vetro di silicato sodo-calcico. Vetro profilato armato e non armato;
- UNI EN12150-1 - Vetro per edilizia. Vetro di silicato sodo-calcico di sicurezza temprato termicamente. Definizione e descrizione;
- UNI EN12150-2 - Vetro per edilizia. Vetro di silicato sodo-calcico di sicurezza temprato termicamente. Parte 2: Valutazione di conformità/Norma di prodotto.

b) Vetri di sicurezza

1 - Vetri piani temprati

I vetri piani temprati sono quelli trattati termicamente o chimicamente in modo da indurre negli strati superficiali tensioni permanenti. Riguardo alle dimensioni e alle relative tolleranze, ai metodi di prova e ai i limiti di accettazione dei vetri piani temprati da usare nell'edilizia, si rinvia alla norma UNI 7142. La norma si applica ai vetri piani in lastre monolitiche temprate termicamente nelle loro dimensioni e forme d'impiego (vedere UNI EN572-1). La norma non considera i vetri temprati chimicamente. I vetri temprati non sono consigliati per impieghi ove ci sia pericolo di caduta nel vuoto.
Norme di riferimento: UNI 7142 - Vetri piani. Vetri temprati per edilizia e arredamento.

c) Vetri piani stratificati

I vetri piani stratificati sono quelli formati da due o più lastre di vetro e uno o più strati interposti di materia plastica che incollano tra loro le lastre di vetro per l'intera superficie. L'elemento intercalare può anche fornire prestazioni aggiuntive al prodotto finito, per esempio resistenza agli urti, resistenza al fuoco, controllo solare, isolamento acustico. Lo spessore complessivo della lastra di vetro varia in base al numero e allo spessore delle lastre costituenti, compreso lo spessore intercalare. Gli intercalari possono essere:

- chiari o colorati;
- trasparenti, traslucidi o opachi;
- rivestiti.

Riguardo alla composizione, possono differire per:

- composizione e tipo di materiale;
- caratteristiche meccaniche;
- caratteristiche ottiche.

I vetri stratificati, in base alla loro resistenza alle sollecitazioni meccaniche, si dividono in:

- stratificati per sicurezza semplice;
- stratificati antivandalismo;
- stratificati anticrimine;
- stratificati antiproiettile.

I prodotti o fogli intercalari devono rispondere alle norme eventuali vigenti per lo specifico prodotto. Per le altre caratteristiche si deve fare riferimento alle norme seguenti:

- i vetri piani stratificati per sicurezza semplice devono rispondere alla norma UNI ENISO 12543-2;
- i vetri piani stratificati antivandalismo ed anticrimine devono rispondere rispettivamente alla norma UNI EN ISO 12543-2, UNI EN 356 e UNI EN1063;
- i vetri piani stratificati antiproiettile devono rispondere alla norma UNI ENISO 12543-2.

Norme di riferimento:

- UNI ENISO 12543-1 - Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Definizioni e descrizione delle parti componenti;
- UNI ENISO 12543-2 - Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato di sicurezza;

- UNI ENISO 12543-3 - Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Vetro stratificato;
- UNI ENISO 12543-4 - Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Metodi di prova per la durabilità;
- UNI ENISO 12543-5 - Vetro per edilizia, Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Dimensioni e finitura dei bordi;
- UNI ENISO 12543-6 - Vetro per edilizia. Vetro stratificato e vetro stratificato di sicurezza. Aspetto;
- UNI EN356 - Vetro per edilizia - Vetro di sicurezza - Prove e classificazione di resistenza contro l'attacco manuale;
- UNI EN1063 - Vetrate di sicurezza. Classificazione e prove di resistenza ai proiettili;
- UNI EN12600 - Prova del pendolo. Metodo della prova di impatto e classificazione per vetro piano;
- UNI EN13541 - Vetro di sicurezza. Prove e classificazione della resistenza alla pressione causata da esplosioni.

d) Vetri stratificati antincendio

I vetri stratificati, con riferimento alle caratteristiche antincendio, possono appartenere ai seguenti tipi:

- vetro stratificato con proprietà di resistenza al fuoco, le cui caratteristiche di resistenza non sono ottenute per mezzo di intercalari che reagiscono alle alte temperature. In generale, nessun tipo di vetro può essere classificato come resistente al fuoco; quando il vetro viene assemblato in un adeguato telaio, allora l'insieme può essere sottoposto a prova e classificato come resistente al fuoco;
- vetro stratificato resistente al fuoco, in cui almeno un intercalare reagisce ad alta temperatura per dare al prodotto la sua resistenza al fuoco; questo prodotto può anche contenere vetri di per sé stessi resistenti al fuoco.

Il vetro antincendio della classe REI indicata può essere costituito alternando lastre di vetro a strati di silicato di sodio. In caso d'incendio, la lastra di vetro più esterna si rompe per effetto del calore, facendo reagire lo strato successivo di silicato di sodio che va a formare una schiuma densa e compatta in grado di assorbire calore e formare un vero e proprio scudo termico nei confronti della fiamma. L'incremento del numero di strati di vetro e silicato contribuisce a ottenere tempi di resistenza al fuoco sempre più elevati. Il vetro antincendio può essere applicato a diversi sistemi di intelaiatura costruiti in acciaio o alluminio. La classe REI del vetro impiegato deve garantire:

- tenuta al fumo;
- tenuta alla fiamma;
- mantenimento di una temperatura bassa sulla superficie del vetro opposta alla fiamma;
- efficiente isolamento termico in caso di incendio.

Norme di riferimento:

- UNI EN357 - Vetro in edilizia. Elementi vetrificati resistenti al fuoco comprendenti prodotti di vetro trasparenti o traslucidi. Classificazione della resistenza al fuoco;
- UNI EN1634-1 - Prove di resistenza al fuoco e di controllo della dispersione del fumo per porte e sistemi di chiusura, finestre apribili e loro componenti costruttivi. Parte 1: Prove di resistenza al fuoco per porte e sistemi di chiusura e finestre apribili.

e) Vetro retinato

Il vetro retinato si ottiene per colata e laminazione di vetro fuso nel quale è immersa una rete di acciaio. Esso ha caratteristiche antieffrazione e di sicurezza e viene utilizzato generalmente per opere edili nelle quali non necessita la trasparenza assoluta vista la presenza della rete metallica.

f) Vetri sicurezza per impianti di ascensore

Vetri di sicurezza: Le prove sulle lastre di vetro di sicurezza sono prescritte dall'art. 14, D.P.R. 29 maggio 1963, n. 1497 - Approvazione del regolamento per gli ascensori e i montacarichi in servizio privato.

Prova d'urto: La prova deve essere fatta su una lastra di 30 x 30 cm. appoggiata sui quattro lati, ai bordi, per larghezza di circa 10 mm., su un telaio di legno. Sul centro della lastra è lasciata cadere liberamente, dall'altezza di 50 cm., una sfera di acciaio levigato del peso di 0,76 kg. A seguito di tale prova, la lastra di vetro retinato, di vetro stratificato o di materiale simile non deve produrre frammenti acuminati pericolosi che si distacchino dal supporto. La lastra di vetro temperato non deve rompersi.

La prova deve essere ripetuta lasciando cadere la sfera da altezza maggiore. A seguito di tale prova, la lastra di vetro retinato, di vetro stratificato o di materiale simile non deve venire perforata dalla sfera per altezza di caduta fino a 1 ml. La lastra di vetro temperato rompendosi deve produrre frammenti minuti, non taglienti. Le prove devono essere fatte con temperature ambientali comprese fra i 15 °C e i 25 °C.

Prova di flessione: Tale prova deve essere fatta su una lastra delle dimensioni massime previste per l'applicazione, appoggiata sui due lati più corti, ai bordi, per larghezza di circa 20 mm., su appoggi di legno. Su una striscia mediana larga non più di 50 mm. parallela agli appoggi, è applicato un carico distribuito di 100 kg. per metro lineare per la lastra di vetro retinato, di vetro stratificato o di materiale simile e di 200 kg. per metro lineare per la lastra di vetro temperato. La lastra non deve rompersi né fessurarsi. Se sono usate lastre di vetro retinato, di vetro stratificato o di materiale simile con larghezza maggiore di 60 cm. o lastre di vetro temperato con larghezza maggiore di 1,00 ml., una lastra per ciascuna partita deve essere sottoposta in fabbrica alla prova di flessione. Applicazione delle lastre di vetro di sicurezza: Le lastre di vetro di sicurezza, salvo le lastre di vetro retinato, devono essere segnate con marchio indelebile. Nelle porte dei piani, nella cabina e nelle porte della cabina degli ascensori, le lastre di vetro di sicurezza devono essere completamente intelaiate.

Nelle protezioni del vano di corsa degli ascensori, le lastre di vetro di sicurezza devono essere intelaiate completamente, salvo le lastre di vetro temperato, le quali possono essere fissate su almeno tre lati per mezzo di supporti, di zanche o simili.

Nelle porte dei piani, nelle pareti e nelle porte della cabina degli ascensori, costituite prevalentemente da lastre di vetro di sicurezza, devono essere applicate protezioni per impedire la caduta di persone nel vano di corsa nel caso di rottura delle lastre. In ogni caso, deve essere applicata almeno una fascia di protezione di materiale resistente, di altezza non minore di 0,15 ml. dal piano di calpestio, e una sbarra di protezione ad altezza di circa 0,9 ml. dal piano di calpestio. Nelle porte dei piani e nelle porte della cabina degli ascensori le cerniere, le maniglie, le serrature e gli altri dispositivi non devono essere applicati alle lastre di vetro di sicurezza.

g) Vetri piani uniti al perimetro (o vetrocamera)

I vetri piani uniti al perimetro (o vetrocamera) sono quelli costituiti da due lastre di vetro tra loro unite lungo il perimetro, solitamente con interposizione di un distanziatore, a mezzo di adesivi o altro, in modo da formare una o più intercapedini contenenti aria o gas disidratati.

Norme di riferimento:

- UNI 7144 - Vetri piani. Isolamento termico;
- UNI EN12758 - Vetro per edilizia. Vetrazioni e isolamento acustico per via aerea. Descrizioni del prodotto e determinazione delle proprietà;
- UNI EN1279-1 - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 1: Generalità, tolleranze dimensionali e regole per la descrizione del sistema;
- UNI EN1279-2 - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 2: Metodo per la prova di invecchiamento e requisiti per la penetrazione del vapore d'acqua;
- UNI EN1279-3 - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 3: Prove d'invecchiamento e requisiti per la velocità di perdita di gas e per le tolleranze di concentrazione del gas;
- UNI EN1279-4 - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 4: Metodo di prova per le proprietà fisiche delle sigillature del bordo;
- UNI EN1279-5 - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 5: Valutazione della conformità;

- UNI EN1279-6 - Vetro per edilizia. Vetrate isolanti. Parte 6: Controllo della produzione in fabbrica e prove periodiche.

h) Vetri piani profilati a "U"
I vetri piani profilati a "U" sono dei vetri greggi colati, prodotti sotto forma di barre con sezione a "U", con la superficie liscia o lavorata e traslucida alla visione. I vetri profilati possono essere del tipo ricotto (normale) o temprato, armati o non armati. Le dimensioni sono quelle indicate nel progetto esecutivo. Per le altre caratteristiche valgono le prescrizioni della norma UNI EN572-7, che indica anche i metodi di controllo in caso di contestazione. Il direttore dei lavori deve verificare l'assenza di bolle, onde, graffi o inclusioni. Tali difetti non sono ammessi. Non sono accettabili rotture nel filo metallico o deviazioni superiori a 5 mm per metro. Il vetro profilato armato o non armato conforme alla norma UNI EN572-7 deve essere designato indicando rispettivamente quanto segue:

- tipo (vetro armato o non armato);
- colorato (riferimento del fabbricante) o chiaro;
- stampato (riferimento del fabbricante) o no;
- spessore nominale in millimetri;
- larghezza nominale B in millimetri;
- altezza nominale dell'aletta d in millimetri;
- lunghezza nominale H in millimetri;
- riferimento alla norma UNI EN572-7.

Norme di riferimento: UNI EN572-7 - Vetro per edilizia. Prodotti di base di vetro di silicato sodo-calcico. Parte 7: Vetro profilato armato e non armato.

i) Vetri pressati per vetrocemento armato
I vetri pressati per vetrocemento armato possono essere a forma cava o a forma di camera d'aria. La posa in opera deve essere effettuata con malta specifica a elevata resistenza e a ritiro controllato; il vetrocemento può essere impiegato come elemento divisorio per i lucernari e deve essere percorribile a piedi o con veicoli.

37) - Sigillanti

a) Generalità
Si definiscono sigillanti i prodotti utilizzati per riempire in forma continua e durevole i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne, ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua, etc. Oltre a quanto specificato nel progetto esecutivo o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, i sigillanti si intendono rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;
- diagramma forza/deformazione (allungamento) compatibile con le deformazioni elastiche del supporto al quale sono destinati;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego, cioè con decadimento delle caratteristiche meccaniche ed elastiche che non pregiudichino la sua funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche di agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione.

Norme di riferimento: UNI ISO 11600 - Edilizia. Sigillanti. Classificazione e requisiti.

38) - Tubazioni in genere

A seconda del loro impiego potranno essere previsti tubi del tipo:

a) Tubi in acciaio
In generale, un primo riferimento è dato dalla C.M. 5 maggio 1966, n. 2136, che riporta le prescrizioni per i tubi di acciaio per acquedotti, ricavati da lamiere curvate con saldature longitudinali o elicoidali, con estremità per giunzioni di testa o a bicchiere. Tali indicazioni, però, devono essere integrate con le norme uni applicabili. L'acciaio delle lamiere deve essere di qualità e avere, di norma, caratteristiche meccaniche e chimiche rientranti in uno dei tipi di acciaio saldabili delle tabelle UNI EN10025 o caratteristiche analoghe, purché rientranti nei seguenti limiti:

- carico unitario di rottura a trazione non minore di 34 kg/mm²;
- rapporto tra carico di snervamento e carico di rottura non superiore a 0,80;
- contenuto di carbonio non maggiore di 0,29%;
- contenuto di fosforo non maggiore di 0,05%;
- contenuto di zolfo non maggiore di 0,05%;
- contenuto di fosforo e zolfo nel complesso non maggiore di 0,08%;
- contenuto di manganese non maggiore di 1,20%;
- contenuto di carbonio e di manganese tali che la somma del contenuto di carbonio e di 1/6 di quello di manganese non sia superiore a 0,45%.

Norme di riferimento:

- UNI EN10224 - Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di liquidi acquosi inclusa l'acqua per il consumo umano. Condizioni tecniche di fornitura;
- UNI EN10326 - Nastri e lamiere di acciaio per impieghi strutturali rivestiti per immersione a caldo in continuo. Condizioni tecniche di fornitura;
- UNI EN10025 - Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura.

Tolleranze: La C.M. 5 maggio 1966, n. 2136 stabilisce le seguenti tolleranze:

- spessore della lamiera al di fuori dei cordoni di saldatura:
- in meno: 12,5% ed eccezionalmente 15% in singole zone per lunghezze non maggiori del doppio del diametro del tubo;
- in più: limitate dalle tolleranze sul peso;
- diametro esterno ± 1,5% con un minimo di 1 mm.;
- diametro esterno delle estremità calibrate dei tubi con estremità liscia per saldatura di testa per una lunghezza non maggiore di 200 mm. dalle estremità:
- 1 mm per tubi del diametro fino a 250 mm;
- 2,5 mm.;
- 1 millimetro per tubi del diametro oltre i 250 mm.;

L'ovalizzazione delle sezioni di estremità sarà tollerata entro limiti tali da non pregiudicare l'esecuzione a regola d'arte della giunzione per saldatura di testa.

- sul diametro interno del bicchiere per giunti a bicchiere per saldatura: + 3 mm.; non sono ammesse tolleranze in meno;

- sul peso calcolato in base alle dimensioni teoriche e al peso specifico di 7,85 kg/cm^3 sono ammesse le seguenti tolleranze:
- sul singolo tubo: + 10%; - 8%;
- per partite di almeno 10 t: ± 7,5%.

I tubi di acciaio possono essere senza saldatura o saldati e a ogni diametro deve corrispondere una pressione massima d'esercizio. Le tubazioni di uso più frequente hanno uno spessore detto della serie normale, mentre quelle con spessore minimo si definiscono della serie leggera.

1 - Tubi senza saldatura

I tubi senza saldatura devono essere conformi alla norma UNI EN10224. I tubi commerciali sono forniti in lunghezza variabile da 4 a 8 ml., con tolleranze di + 10 mm. per i tubi fino a 6 m e di + 15 mm per tubi oltre 6 ml. Le tolleranze sono quelle indicate dalla tabella 9 della norma UNI EN10224. Per i tubi commerciali, le tolleranze sul diametro esterno, sullo spessore e sulla lunghezza, sono stabilite dal punto 7.7 della norma UNI EN10224.

I tubi commerciali sono solitamente forniti senza collaudo. Gli altri tipi di tubi devono essere sottoposti a prova idraulica dal produttore che dovrà rilasciare, se richiesta, apposita dichiarazione. L'ovalizzazione non deve superare i limiti di tolleranza stabiliti per il diametro esterno.

Norme di riferimento:

- UNI EN10224 - Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di liquidi acquosi inclusa l'acqua per il consumo umano. Condizioni tecniche di fornitura;
- UNI EN10216-1 - Tubi senza saldatura di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi di acciaio non legato per impieghi a temperatura ambiente;
- UNI EN10255 - Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura. Condizioni tecniche di fornitura;
- UNI EN10208-1 - Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione A;
- UNI EN10208-2 - Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi della classe di prescrizione B.
- 2 - Tubi con saldatura: Per l'accettazione dei tubi con saldatura si farà riferimento alle seguenti norme:
- UNI EN10217-1 - Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Tubi di acciaio non legato per impiego a temperatura ambiente;
- UNI EN10217-2 - Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 2: Tubi saldati elettricamente di acciaio non legato e legato per impieghi a temperatura elevata;
- UNI EN10217-3 - Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 3: Tubi di acciaio legato a grano fine;
- UNI EN10217-4 - Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 4: Tubi saldati elettricamente di acciaio non legato per impieghi a bassa temperatura;
- UNI EN10217-5 - Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 5: Tubi saldati ad arco sommerso di acciaio non legato e legato per impieghi a temperatura elevata;
- UNI EN10217-6 - Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 6: Tubi saldati ad arco sommerso di acciaio non legato per impieghi a bassa temperatura;
- UNI EN10217-7 - Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione. Condizioni tecniche di fornitura. Parte 7: Tubi di acciaio inossidabile.

Designazione e marcatura dei materiali: La designazione dei tubi d'acciaio deve comprendere:

- la denominazione "tubo";
- la norma uni di riferimento;
- il diametro esterno;
- altre indicazioni facoltative;
- tolleranze sulla lunghezza;
- lunghezza, se diversa da quella normale.

Rivestimento interno: Il rivestimento interno, al controllo visivo, deve essere uniforme e privo di difetti. Lo spessore minimo del rivestimento è previsto dalla norma UNI ISO127. I tubi devono essere trattati all'interno con un adeguato rivestimento, a protezione della superficie metallica dall'azione aggressiva del liquido convogliato. I rivestimenti più impiegati sono:

- bitume di 2-4 mm di spessore;
- resine epossidiche di 0,5-1 mm.;
- polveri poliammidiche applicate per proiezione elettrostatica e polimerizzate in forno.

La malta cementizia centrifugata e opportunamente dosata per il rivestimento interno deve essere costituita unicamente da acqua potabile, sabbia fine quarzosa e cemento Portland. Le caratteristiche meccaniche del rivestimento interno devono essere tali da caratterizzarlo come un vero e proprio tubo in cemento autoportante di elevata resistenza, per il quale il tubo dovrà agire praticamente come armatura.

Norme di riferimento:

- UNI ISO 127 - Lattice naturale concentrato. Determinazione del numero di koh;
- UNI ISO 6600 - Tubi di ghisa sferoidale. Rivestimento interno di malta cementizia centrifugata. Controlli di composizione della malta subito dopo l'applicazione;
- UNI ISO 4179 - Tubi di ghisa sferoidale per condotte con e senza pressione. Rivestimento interno di malta cementizia centrifugata.

Rivestimento esterno: I rivestimenti esterni delle tubazioni in acciaio possono essere realizzati mediante (UNI ISO 127):

- primo strato bituminoso, di catrame o di resina sintetica;
- uno o più strati protettivi a base di bitume;
- uno o più strati di armatura in velo di vetro inserito in ogni strato protettivo.

Il rivestimento esterno, al controllo visivo, deve essere uniforme e privo di difetti. La classe di spessore del rivestimento deve essere conforme alla norma UNI ISO 127. Per ulteriori sistemi di rivestimento (protezione catodica, antisolare, ambiente aggressivo, meccanica, ecc.) si rimanda alla citata norma UNI ISO 127. La protezione meccanica con feltro o altro materiale simile deve essere applicata sul rivestimento ancora caldo e non indurito e prima dell'applicazione della protezione antisolare. Negli altri, la protezione meccanica può essere applicata durante la posa in opera della tubazione. I rivestimenti di cui sopra possono essere realizzati in cantiere dopo il montaggio della tubazione o in stabilimento. In generale, la superficie da rivestire deve essere opportunamente preparata e pulita per l'applicazione del rivestimento, per favorirne l'aderenza.

b) Tubi in grès

I materiali di grès dovranno essere di vero grès ceramico a struttura omogenea, smaltati internamente ed esternamente con smalto vetroso, non deformati, privi di screpolature, di lavorazione accurata e con innesto a manicotto o a bicchiere; i tubi saranno cilindrici e diritti, tollerandosi solo eccezionalmente nel senso della lunghezza una curvatura con freccia inferiore ad un centesimo della lunghezza di ciascun elemento. La

massa interna dovrà essere semifusa, omogenea, senza noduli estranei, assolutamente priva di calce, dura, compatta, resistente agli acidi (escluso il fluoridrico) ed agli alcali, impermeabili in modo che un pezzo immerso nell'acqua non ne assorba più del 3.5% in peso; ogni elemento di tubazione dovrà resistere alla pressione interna di almeno tre atmosfere. I tubi e i pezzi speciali in grès dovranno essere di impasto omogeneo, compatto anche in frattura, ben vetrificato, senza incrinature, difetti o asperità, ed avere un suono metallico; dovranno essere coperti totalmente da una vetrina a base di silicati ottenuta ad alta temperatura e portare impresso in modo indelebile e leggibile il marchio di fabbrica, la data di costruzione e le caratteristiche geometriche; dovranno essere non deformati, privi di screpolature, di lavorazione accurata e con innesto a manicotto o a bicchiere; i tubi saranno cilindrici e diritti, tollerandosi solo eccezionalmente nel senso della lunghezza una curvatura con freccia inferiore ad un centesimo della lunghezza di ciascun elemento.
La massa interna dovrà essere semifusa, omogenea, senza noduli estranei, assolutamente priva di calce, dura, compatta, resistente agli acidi (escluso il fluoridrico) ed agli alcali, impermeabili in modo che un pezzo immerso nell'acqua non ne assorba più del 3.5% in peso; ogni elemento di tubazione dovrà resistere alla pressione interna di almeno tre atmosfere. I tubi, sottoposti a pressione idraulica per 60 sec., non dovranno presentare in nessun punto rotture, perdite o trasudamenti per i valori seguenti di pressione:

diametro del tubo	pressione idraulica
fino a ø 25 mm.	2.00 Kg/cm²
oltre 25 e fino a 30 mm.	1.65 Kg/cm²
oltre 30 e fino a 35 mm.	1.40 Kg/cm²
oltre 35 e fino a 40 mm.	1.25 Kg/cm²
oltre 40 e fino a 45 mm.	1.10 Kg/cm²
oltre 45 e fino a 50 mm.	1.00 Kg/cm²

La durezza dovrà risultare non inferiore al 7° posto della scala di Mohs ed avere una resistenza alla pressione idraulica interna non inferiore a 1.25 Kg/cm².
Sulle dimensioni lineari nominali sarà ammessa una tolleranza pari al 5%, in più o in meno.

c) Tubi in cemento
I tubi in cemento dovranno essere fatti con calcestruzzo sufficientemente ricco di cemento tipo 325, ben compattati, levigati, lisci, di spessore uniforme, scevri da screpolature, perfettamente rettilinei ed a sezione interna esattamente circolare; le superfici interne dovranno essere lisciate; la frattura dei tubi in cemento dovrà essere compatta, senza fessure, ed il ghiaietto del calcestruzzo dovrà essere intimamente mescolato in modo che i grani dovranno rompersi sotto l'azione di una percussione, senza distaccarsi.
I tubi prefabbricati in cemento dovranno avere e sottostare ai carichi indicati per ciascun tipo, secondo la seguente tabella:

diametro ø cm.	spessore minimo cm.	carico q.li/ml.
10	3,00	6
20	3,50	6
30	4,00	6
40	4,50	10
50	5,50	10
60	6,50	15
70	7,50	15
80	8,00	15
90	9,00	15
100	10,00	20

La prova di verifica di resistenza meccanica verrà eseguita caricando il tubo per mezzo di un idoneo ripartitore di carico regolabile collocato sul vertice, lungo la generatrice superiore. Si definisce come resistenza allo schiacciamento il valore di carico raggiunto quando, a pressione crescente, l'indicatore non sale più. Le armature dovranno essere opportunamente calcolate e poste in opera secondo le norme vigenti in materia. In ogni caso, al momento della consegna delle tubazioni, dovranno essere allegate le certificazioni delle prove e delle caratteristiche proprie dei materiali impiegati rilasciate da un laboratorio ufficiale o da un Istituto specializzato.
A seconda delle varie utilizzazioni, potranno essere richiesti con giunto a bicchiere cilindrico con guarnizioni in gomma o in neoprene e, inoltre, con base piana del tipo secondo le prescrizioni previste dalle norme DIN 4032.
Non sono ammessi tubi con segni di danneggiamenti che possano diminuire la loro possibilità di utilizzazione, ovvero la resistenza meccanica, l'impermeabilità e la durata, nonché la sicurezza dei ferri contro la ruggine od altre aggressioni.

d) Tubi in ardesia artificiale
I tubi di ardesia artificiale (tipo "Eternit" o simili), dovranno possedere un'elevata resistenza a trazione ed a flessione congiunta, avere una sensibile elasticità, una inalterabilità al gelo ed alle intemperie, una assoluta impermeabilità all'acqua ed una notevole resistenza al fuoco; prima della posa dovranno essere stagionati mediante immersione in acqua per un periodo minimo di sette giorni.

e) Tubi di rame
Per l'impiego dei tubi di rame dovranno essere rispettate le norme del R.D. 3 febbraio 1901, n. 45, modificato con R.D. 23 giugno 1904, n. 369, e con il D.P.R. 3 agosto 1968, n. 1095, quelle di altre leggi, regolamenti e decreti che venissero nel merito in seguito emanati, le norme EN 12449 - EN 12735 - 1 (tubi non saldati di rame per tecnologia ACR; tubi per tubature), ASTM B 280. e UNI vigenti.

f) Tubi e raccordi di poli-cloruro di vinile (PVC)
Le tubazioni dovranno essere esenti da plastificazioni, caratterizzate da elevate proprietà elettriche, da ottima resistenza meccanica e grande resistenza alla corrosione e agli agenti chimici di qualsiasi natura. Dovranno essere, poi, inalterabili al contatto con i conglomerati cementizi.
I tipi, le dimensioni, le caratteristiche e le modalità di prova dei tubi in cloruro di polivinile (P.V.C.) dovranno essere conformi, oltre a quanto stabilito nel presente articolo, alle seguenti norme UNI e per tipo di condotte:

- UNI 7441-75 Tubi di PVC rigido (non plastificato) per fluidi in pressione
- UNI 7443-75 Tubi di PVC rigido (non plastificato) per scarico di fluidi
- UNI 7445-75 Tubi di PVC rigido (non plastificato) per convogliamento di gas combustibili
- UNI 7447-75 Tubi di PVC rigido (non plastificato) per condotte di scarico interrate
- UNI 7448-75 Tubi di PVC rigido (non plastificato)

- UNI 7449-75 Raccordi di P.V.C. rigido (non plastificato)

Il taglio delle estremità dei tubi dovrà risultare perpendicolare all'asse e rifinito in modo da consentire il montaggio ed assicurare la tenuta del giunto previsto. Sopra ogni singolo tubo dovrà essere impresso, in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo della ditta costruttrice, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e della pressione di esercizio; sui tubi destinati al convogliamento di acqua potabile dovrà anche essere impressa una sigla o dicitura per distinguerli da quelli riservati ad altri usi (prescrizioni igienico-sanitarie del D.M. n. 174 del 6 aprile '04).
Come precisato nelle norme UNI, precedentemente riportati, i tubi, a seconda del loro impiego sono dei seguenti tipi e convogliamenti:

- Tipo 311 -- Tubi per fluidi non alimentari in pressione per temperature fino a 60°C.
- Tipo 312 -- Tubi per liquidi alimentari e acqua potabile in pressione per temperature fino a 60°C.
- Tipo 313 -- Tubi per acqua potabile in pressione.

Ciascuno dei precedenti tipi si distingue nelle seguenti categorie:

- PVC 60 con carico unitario di sicurezza in esercizio fino a 60 Kg/cm^2
- PVC 100 con carico unitario di sicurezza in esercizio fino a 100 Kg/cm^2
- Tipo 301 -- Tubi per condotte di scarico e ventilazione installate con temperatura massima permanente dei fluidi condottati di 50°C.
- Tipo 302 -- Tubi per condotte di scarico con temperatura massima permanente dei fluidi condottati di 70°C.
- Tipo 303 -- Tubi per condotte interrate di scarico con temperatura massima permanente di 40°C.

I tubi in P.V.C. a norma UNI 7447 tipo 303/1-2 sono stati ora sostituiti dai tubi a norma UNI EN1401-1 tipi SN2, SN4, SN8, dove:

- SN: minima rigidità anulare espressa in kN/m^2;
- SDR (Standard Dimention Ratio): rapporto tra il diametro esterno ø$_e$ e lo spessore della parete.

I tubi, i raccordi e gli accessori di P.V.C., dovranno essere contrassegnati con il marchio di conformità IIP-UNI di proprietà dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazioni U.N.I. e gestito dall'Istituto Italiano dei Plastici, giuridicamente riconosciuto con D.P.R. n. 120 dell'1 febbraio 1975. In qualunque momento il Direttore dei Lavori potrà prelevare campioni dei tubi di cloruro di polivinile e farli inviare, a cura e spese dell'Appaltatore, ad un laboratorio specializzato per essere sottoposti alle prove prescritte dalle norme di unificazione. Qualora i risultati non fossero rispondenti a quelli richiesti, l'Appaltatore dovrà sostituire tutte le tubazioni con altre aventi i requisiti prescritti, restando a suo carico ogni spesa comunque occorrente nonché il risarcimento degli eventuali danni.

g) Tubi di piombo

Per la fabbricazione dei tubi di piombo dovrà essere impiegato piombo di prima fusione.
I tubi di piombo dovranno essere fabbricati a macchina, senza saldature; dovranno essere privi di difetti ed avere sezione e spessore costante per tutta la lunghezza.

h) Tubi in polietilene (PE)

I tubi in polietilene potranno essere del tipo a bassa densità (PE b.d.) o del tipo ad alta densità (PE a.d.); in entrambi i casi saranno prodotti con polietilene puro stabilizzato con nero fumo in quantità pari al 2-3% della massa.
I tubi in polietilene a bassa densità (PE b.d.) oltre ad essere conformi alle norme UNI 6462-69 e 6463-69 dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- Massa volumica 0,92-0,93 Kg/dm^3
- Resistenza alla trazione min. 100 Kg/cm^2
- Allungamento a rottura min. 300%
- Temperatura di rammollimento da – 50°C a +60°C

I tipi, le dimensioni, le caratteristiche e le modalità di prova dei tubi in polietilene a alta densità (PE a.d.) dovranno essere conformi, oltre a quanto stabilito nel presente articolo, alle seguenti norme UNI:

- UNI 7611 -- Tubi di PE ad alta densità per condotte di fluidi in pressione
- UNI 7612 -- Raccordi di PE ad alta densità per condotte di fluidi in pressione
- UNI 7613 -- Tubi di PE ad alta densità per condotte di scarico interrate
- UNI 7615 -- Tubi di PE ad alta densità.

Dovranno, altresì, avere le seguenti caratteristiche:

- Massa volumica 0,94 - 0,96 Kg/dm^3
- Resistenza alla trazione min. 150 Kg/cm^2
- Allungamento a rottura min. 500%
- Temperatura di rammollimento min. 124°C

I tubi dovranno essere perfettamente atossici ed infrangibili ed avranno spessori normalizzati in funzione delle pressioni nominali di esercizio (PN 2,5 - 4 - 6 - 10). I tubi, i raccordi e gli accessori in polietilene, dovranno avere impresso in modo evidente, leggibile ed indelebile, il nominativo della ditta costruttrice, il diametro esterno, l'indicazione del tipo e della pressione di esercizio. Se destinati al convogliamento di acqua potabile dovrà anche essere impressa una sigla o dicitura di conformità alle prescrizioni igienico-sanitarie previste dal D.M. n. 174 del 6 aprile '04. In qualunque momento la Direzione dei Lavori potrà prelevare campioni dei tubi e farli inviare ad un laboratorio specializzato per essere sottoposti alle prove prescritte dalle norme di unificazione.

i) Tubi in polietilene reticolato (PE-X)

I tubi di polietilene reticolato sono ottenuti con reticolazione con perossidi, silani, radiazioni ionizzanti o azocomposti, da utilizzarsi per il convogliamento di fluidi caldi alimentari o non alimentari in pressione e con temperature fino a 80 °C.
I tubi di polietilene reticolato (PE-X)possono essere utilizzati nella realizzazione degli impianti di distribuzione dell'acqua potabile (calda e fredda). Negli impianti sanitari, i tubi di PE-X devono essere installati all'interno di una guaina (tubo corrugato) di colore rosso o blu per poter individuare con facilità la tipologia del circuito e per poter rimpiazzare rapidamente e senza difficoltà tratti di tubazione danneggiati.
Le curvature più strette, le diramazioni o i collegamenti devono essere realizzati con raccordi meccanici, poiché il PE-X non è fusibile né incollabile. I raccordi meccanici per tubi di PE-X possono essere di due tipologie e cioè ad avvitamento o a compressione (press-fitting).
I raccordi ad avvitamento devono essere realizzati in ottone o acciaio inox. La tenuta idraulica deve essere assicurata dalle guarnizioni poste sulla bussola stessa. I raccordi a compressione (press-fittings) devono essere composti dal corpo del raccordo realizzato in ottone, acciaio inox o in materiale sintetico (tecnopolimeri) e da una bussola di tenuta in acciaio inox. La tenuta idraulica è assicurata dalla pressione esercitata dal tubo contro le guarnizioni poste sul corpo del raccordo.
Norme di riferimento:

- UNI 9338 - Tubi di polietilene reticolato (PE-X) per il trasporto di fluidi industriali;
- UNI 9349 - Tubi di polietilene reticolato (PE-X) per condotte di fluidi caldi sotto pressione. Metodi di prova.

l) Tubi in poliestere rinforzato con fibre di vetro (PRFV)

Le tubazioni in poliestere rinforzato con fibre di vetro (PRFV) devono essere conformi alla norma UNIPLAST 336. Le tubazioni in PRFV devono avere la struttura costituita dai seguenti tre strati perfettamente aderenti l'uno all'altro:

a) Liner o strato chimico resistente: è lo strato più interno a diretto contatto con il fluido trasportato e deve essere costituito da resina non rinforzata o da resina rinforzata con fibra di vetro, o di altro tipo; in questo secondo caso il rinforzo sarà costituito da materiale di vetro "C", generalmente nella grammatura 30 - 33 gr/m², nella percentuale di circa il 10 - 15% in peso.
Questo strato di liner può, eventualmente essere sostenuto da uno strato rinforzato con materiale di vetro "E" di diverse grammature nella percentuale di circa il 30% in peso; la funzione del liner è puramente chimica, costituirà, cioè, una barriera con caratteristiche di alta resistenza chimica e di pressoché assoluta impermeabilità; non ha, quindi, funzioni meccaniche e non contribuisce nel sostenere le sollecitazioni dovute alla pressione interna e/o ai carichi esterni. Lo spessore totale del liner può variare da mm. 1 a circa mm. 2,5, in funzione delle condizioni di progetto.
b) Strato meccanico resistente: verrà realizzato avvolgendo elicoidalmente, nelle due direzioni, continui fili di vetro con passo costante; si otterrà, così, un laminato rinforzato con fibre continue incrociate.
Il contenuto di fibre vetrose deve essere mantenuto molto alto (fino al 70% in peso) compatibilmente con una buona impregnazione delle fibre, poiché sono le fibre che assicurano elevati valori di resistenza meccanica.
c) Strato protettivo esterno: è uno strato di resina non rinforzato, la cui funzione è di garantire la completa copertura delle fibre più esterne per proteggerle dalle abrasioni e dagli agenti atmosferici; tale strato, di spessore di qualche decimo di millimetro, dovrà essere additivato con inibitori di raggi ultravioletti e con eventuali pigmenti o coloranti.

m) Tubi in polipropilene (PP)
I tubi in polipropilene possono essere impianti di distribuzione di acqua calda e fredda nell'edilizia civile e industriale, impianti di riscaldamento e scarichi. Nel caso di utilizzo di fluidi alimentari o acqua potabile, dovrà impiegarsi il tipo 312, in grado di sopportare, in pressione, temperature fino 100 °C. In generale, per le pressioni di esercizio in funzione della temperatura e della pressione nominale si rimanda a quanto prescritto dalla norma UNI EN ISO 15874-2.
Tutti i tubi dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza e dovranno essere permanentemente marcati in maniera leggibile lungo la loro lunghezza. Durante la movimentazione e il trasporto delle tubazioni, dovranno essere prese tutte le necessarie precauzioni per evitarne il danneggiamento. I tubi non dovranno venire in contatto con oggetti taglienti e, quando scaricati, non dovranno essere gettati, lasciati cadere o trascinati a terra. I tubi dovranno essere stoccati su superfici piane e pulite e in cataste ordinate e di altezza tale da evitare deformazioni e danneggiamenti, con particolare attenzione ai bicchieri dei tubi. Si dovranno prendere le necessarie precauzioni quando si maneggiano e si installano le tubazioni a temperature inferiori a 0 °C.
Norme di riferimento:
1) installazioni di acqua calda e fredda:
- UNI ENISO 15874-1 - Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 1. Generalità;
- UNI ENISO 15874-2 - Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 2. Tubi;
- UNI ENISO 15874-3 - Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 3. Raccordi;
- UNI ENISO 15874-5 - Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 5. Idoneità all'impiego del sistema;
- UNI ENISO/TS 15874-7 - Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda. Polipropilene (PP). Parte 7. Guida per la valutazione della conformità.

2) scarichi (a bassa e a alta temperatura) all'interno dei fabbricati:
- UNI EN1451-1 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Polipropilene (PP). Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema;
- UNI EN1451-2 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa e ad alta temperatura) all'interno dei fabbricati. Polipropilene (PP). Guida per la valutazione della conformità;
- UNI EN13476-1 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali;
- UNI EN13476-2 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (pe). Parte 2: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna ed esterna liscia e il sistema, tipo A;
- UNI EN13476-3 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato(PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 3: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, tipo B;
- UNI EN/TS 13476-4 - Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione. Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE). Parte 4: Guida per la valutazione della conformità.

39) - Materiali ed apparecchiature per impianti elettrici

I materiali e le apparecchiature da impiegare per la realizzazione degli impianti elettrici dovranno essere tali da resistere alle azioni alle quali potranno essere esposti durante l'esercizio, quali azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità ed, in ogni caso, dovranno essere conformi alle norme CEI ed alle tabelle CEI - UNI. Le conformità dei materiali e delle apparecchiature alle citate norme dovrà essere certificata, ove previsto, dalla presenza del contrassegno IMQ. È raccomandata, nella scelta dei materiali, la preferenza ai prodotti europei.

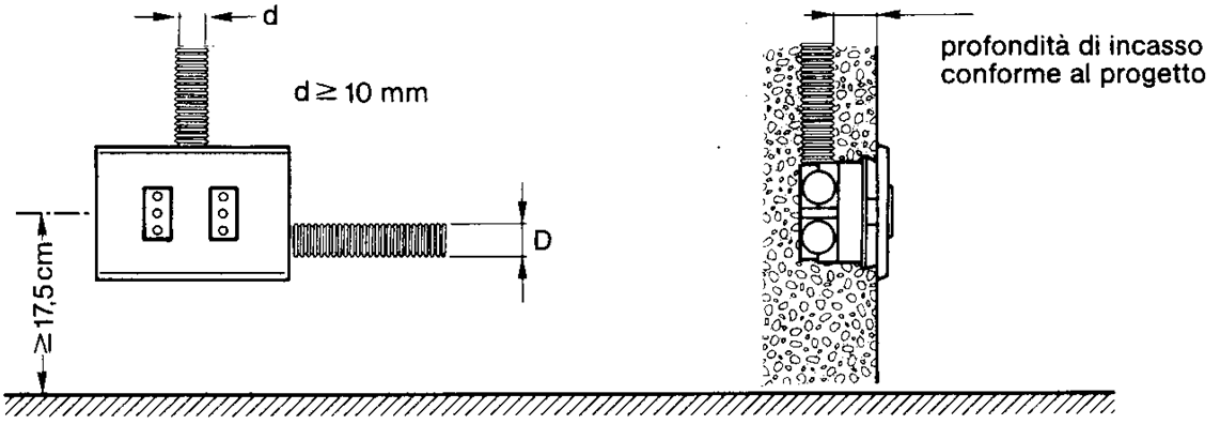
In particolare, le caratteristiche dei materiali, per impianti elettrici a tensione ordinaria (BT) e, ove indicato, anche per impianti elettrici a tensione ridotta saranno:

a) Scatole porta apparecchi e cassette di connessione

Le scatole di contenimento degli apparecchi di comando o delle prese a spina o le cassette contenenti morsetti di derivazione e giunzione devono rispondere alle rispettive Norme CEI e tabelle UNEL qualora esistenti.

Per tutti gli impianti incassati, compresi quelli a tensione ridotta, non sono ammesse scatole o cassette, i cui coperchi non coprano abbondantemente il giunto cassetta-muratura. Così pure non sono ammessi coperchi non piani, né quelli fissati a semplice pressione. La dimensione minima ammessa per le scatole e le cassette è 65 mm. di diametro o 70 mm. di lato. La profondità delle cassette deve essere tale da essere contenuta nei muri divisori di minore spessore. Per il sistema di fissaggio dei coperchi alla cassetta è preferibile quello a viti.

Qualora da parte della Stazione appaltante sia prescritto l'impiego di scatole o cassette di tipo protetto secondo la Norma CEI 70-1, queste dovranno essere metalliche, ovvero in materiali plastici di tipo così detto infrangibile od antiurto.



b) Tubi protettivi canali

I tubi protettivi in materiale isolante da installare sotto intonaco o sotto pavimento di tipo pieghevole (ex flessibile), devono rispondere alle Norme CEI 23-39 e 23-55. Quelli da posare in vista di tipo rigido, devono rispondere alle Norme CEI 23-39 e 23-54. I tubi protettivi in materiale isolante o metallici da posare, in vista, in ambienti speciali (es.: centrale termica) devono rispondere alle Norme CEI 23-39 e 23-54. Sono vietati i tubi metallici in acciaio smaltato.

I canali portacavi devono rispondere alle Norme CEI 23-31 (canali di metallo) e 23-32 (canali in materiale isolante).

Nei canali possono essere posati cavi senza guaina.

Si raccomanda di posare cavi senza guaina nei canali di metallo solo se espressamente previsto dal costruttore.

c) Cavi

Devono rispondere in base all'impiego alle rispettive Norme CEI come qui di seguito indicato. Negli ambienti ordinari non esistono prescrizioni particolari. Negli ambienti a maggior rischio d'incendio (Norma CEI 64-8/7 Sezione 751) i cavi:

se incassati o interrati o posati in tubi protettivi o canali metallici con grado di protezione almeno IP4X, possono essere del tipo resistente alla propagazione della fiamma (Norma CEI 20-35);

se posati in vista o entro canali di metallo con grado di protezione inferiore a IP4X o entro tubi protettivi e canali in materiale isolante, devono essere del tipo resistente alla propagazione dell'incendio (Norma CEI 20-22). Per maggiori dettagli vedere l'allegato 5) scelta dei tipi di cavi nei luoghi a maggior rischio in caso d'incendio;

negli ambienti con grande affluenza di pubblico (es. teatri, sale di riunione, da ballo) dare la preferenza ai cavi che non sviluppano fumi opachi gas tossici o corrosivi (Norma CEI 20-38).

Si rammenta che in alcuni ambienti particolarmente a rischio sono obbligatori i cavi di cui alla Norma CEI 20-38 per gli impianti ordinari e cavi resistenti al fuoco (Norme CEI 20-36 e 20-39) poi gli impianti di sicurezza.

Il dimensionamento dei conduttori attivi (fase e neutro) deve essere effettuato in modo da soddisfare soprattutto le esigenze di portata e resistenza ai corto circuiti e i limiti ammessi per caduta di tensione. In ogni caso, le sezioni minime non devono essere inferiori a quelle di seguito specificate:

- conduttori di fase: 1,5 mm² (rame) per impianti di energia;
- conduttori per impianti di segnalazione: 0,5 mm² (rame);
- conduttore di neutro: deve avere la stessa sezione dei conduttori di fase, sia nei circuiti monofase, qualunque sia la sezione dei conduttori, sia nei circuiti trifase, quando la dimensione dei conduttori di fase sia inferiore o uguale a 16 mm².

Il conduttore di neutro, nei circuiti trifase con conduttori di sezione superiore a 16 mm², può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase, se sono soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni:

- la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si prevede possa percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario, non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta del conduttore di neutro;
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm².

Se il conduttore di protezione non fa parte della stessa conduttura dei conduttori attivi, la sezione minima deve essere:

- 2,5 mm² (rame) se protetto meccanicamente;
- 4 mm² (rame) se non protetto meccanicamente.

Per il conduttore di protezione di montanti o dorsali (principali), la sezione non deve essere inferiore a 6 mm².

- conduttore di terra:
- protetto contro la corrosione ma non meccanicamente e non inferiore a 16 mm² in rame o ferro zincato;
- non protetto contro la corrosione e non inferiore a 25 mm² (rame) oppure 50 mm² (ferro);
- protetto contro la corrosione e meccanicamente: in questo caso le sezioni dei conduttori di terra non devono essere inferiori ai valori della tabella CEI-UNEL 3502. Se dall'applicazione di questa tabella risulta una sezione non unificata, deve essere adottata la sezione unificata più vicina al valore calcolato.
- conduttore PEN (solo nel sistema TN): non inferiore a 10 mm² (rame);
- conduttori equipotenziali principali: non inferiori a metà della sezione del conduttore di protezione principale dell'impianto, con un minimo di 6 mm² (rame). Non è richiesto che la sezione sia superiore a 25 mm² (rame);
- conduttori equipotenziali supplementari:
- fra massa e massa, non inferiore alla sezione del conduttore di protezione minore;
- fra massa e massa estranea, sezione non inferiore alla metà dei conduttori di protezione;
- fra due masse estranee o massa estranea e impianto di terra non inferiore a 2,5 mm² (rame) se protetto meccanicamente, e a 4 mm² (rame) se non protetto meccanicamente.

Questi valori minimi si applicano anche al collegamento fra massa e massa, e fra massa e massa estranea.

d) Comandi (interruttori, deviatori e simili) e prese a spina

Devono rispondere alle Norme CEI 23-5, 23-9, 23-16. Gli apparecchi di tipo modulare devono consentire il fissaggio rapido sui supporti e rimozione a mezzo attrezzo. Il fissaggio del supporto alle scatole deve avvenire a mezzo viti. Il fissaggio delle placche (in resina o in metallo) al supporto deve avvenire con viti o a pressione. Sono ammesse anche le placche autoportanti.

e) Morsetti

Le giunzioni e le derivazioni devono essere effettuate solo ed esclusivamente a mezzo di morsetti rispondenti alle Norme CEI 23-35, 23-41, 23-20, 23-21 del tipo componibili, volanti (a cappuccio o passanti).

f) Interruttori automatici magnetotermici

Devono rispondere alle Norme CEI 23-3 (tipo civile) e alla Norma CEI 17-5 (tipo industriale). Negli impieghi civili si dovranno preferire gli interruttori che garantiscono almeno 4,5 kA (nel circuito monofase) e 6 kA (nel circuito trifase).
Gli interruttori devono consentire l'inserimento di elementi ausiliari per effettuare lo sgancio di apertura, scattato relè etc.

g) Interruttori automatici differenziali

Devono rispondere alle Norme CEI 23-18, 23-42, 23-44 (tipo civile) e IEC 755 (tipo industriale). Negli impianti civili le prese a spina devono preferibilmente essere protette da differenziali con corrente nominale differenziale da 30 mA.

h) Quadro generale

Il quadro generale è il quadro che deve essere collocato all'inizio dell'impianto elettrico e, precisamente, a valle del punto di consegna dell'energia. I quadri generali, in particolare quelli con potenze rilevanti, devono essere installati in locali dedicati, accessibili solo al personale autorizzato. Per quelli che gestiscono piccole potenze e per i quali si utilizzano gli involucri (isolante, metallico o composto), è sufficiente assicurarsi che l'accesso alle singole parti attive interne sia adeguatamente protetto contro i contatti diretti e indiretti e gli organi di sezionamento, comando, regolazione etc. siano accessibili solo con l'apertura di portelli provvisti di chiave o attrezzo equivalente.
Nel caso in cui sia necessario proteggere una conduttura dal punto di consegna dell'ente distributore al quadro generale, si dovrà prevedere l'installazione a monte di un quadro realizzato in materiale isolante provvisto di un dispositivo di protezione.

i) Quadri secondari di distribuzione

I quadri secondari di distribuzione sono i quadri installati a valle del quadro generale, quando l'area del complesso in cui si sviluppa l'impianto elettrico è molto vasta, e provvedono ad alimentare i quadri di zona, piano, reparto, centrali tecnologiche, etc.
Le caratteristiche delle strutture degli involucri di questi quadri sono generalmente simili a quelle descritte per il quadro generale.

l) Quadri di reparto, di zona o di piano

Installati a valle del quadro generale o dei quadri secondari di distribuzione, provvedono alla protezione, sezionamento, controllo dei circuiti utilizzatori previsti nei vari reparti, zone, ecc., compresi i quadri speciali di comando, regolazione e controllo di apparecchiature particolari installate negli ambienti.
Per la realizzazione di questi quadri devono essere utilizzati gli involucri di tipo isolante, metallico o composto. L'accesso alle singole parti attive interne deve essere protetto contro i contatti diretti e indiretti e l'accesso agli organi di sezionamento, comando, regolazioni, etc., mediante portelli provvisti di chiave o attrezzo equivalente, deve essere valutato in funzione delle specifiche esigenze.

m) Quadri locali tecnologici

I quadri locali tecnologici devono essere installati a valle del quadro generale o dei quadri secondari di distribuzione. Provvedono alla protezione, sezionamento, comando e controllo dei circuiti utilizzatori previsti all'interno delle centrali tecnologiche, compresi eventuali quadri speciali di comando, controllo e regolazione dei macchinari installati al loro interno.
Gli involucri e i gradi di protezione (IP 40, IP 44, IP 55) di questi quadri elettrici devono essere scelti in relazione alle caratteristiche ambientali presenti all'interno delle singole centrali.
Negli ambienti in cui è impedito l'accesso alle persone non autorizzate, non è necessario, anche se consigliabile, disporre di portelli con chiusura a chiave per l'accesso ai comandi.

n) Quadri speciali (centrale di condizionamento, centrale termica, etc.)

Si definiscono quadri speciali quelli previsti in determinati ambienti, atti a contenere apparecchiature di sezionamento, comando, controllo, segnalazione, regolazione di circuiti finalizzati a un utilizzo particolare e determinato, come ad esempio per la gestione di apparecchiature necessarie alla produzione, distribuzione e controllo della climatizzazione di un complesso edilizio (riscaldamento e condizionamento).
Gli involucri e i gradi di protezione (IP 40, IP 44, IP 55) di questi quadri elettrici devono essere scelti in relazione alle caratteristiche ambientali previste nei singoli ambienti di installazione ed essere provvisti di portelli con chiusura a chiave se non installati in ambienti accessibili solo a personale addestrato.

o) Prove ed accettazione dei materiali
Il Responsabile del Procedimento indicherà preventivamente eventuali prove da eseguirsi in fabbrica o presso laboratori specializzati da precisarsi, sui materiali da impiegarsi negli impianti oggetto dell'appalto. Le spese inerenti a tali prove non faranno carico alla Stazione appaltante, la quale si assumerà le sole spese per fare eventualmente assistere alle prove propri incaricati. Non saranno in genere richieste prove per i materiali contrassegnati col Marchio Italiano di Qualità.
I materiali dei quali sono stati richiesti i campioni, non potranno essere posti in opera che dopo l'accettazione da parte del Responsabile del Procedimento. Questa dovrà dare il proprio responso entro sette giorni dalla presentazione dei campioni, in difetto di che il ritardo graverà sui termini di consegna delle opere. Le parti si accorderanno per l'adozione, per i prezzi e per la consegna, qualora nel corso dei lavori, si dovessero usare materiali non contemplati nel contratto.
La ditta appaltatrice non dovrà porre in opera materiali sprovvisti della marcatura CE o rifiutati dal Responsabile del Procedimento, provvedendo quindi ad allontanarli dal cantiere.

40) - Materiali ed apparecchiature per l'impianto igienico-sanitario

Tutti gli apparecchi igienico-sanitari dovranno essere conformi alle norme UNI vigenti ed 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 acque sporche;
- resistenza alla corrosione;
- funzionalità idraulica;

a) Apparecchi sanitari
Sono denominati apparecchi sanitari quei prodotti finiti per uso idraulico-sanitario, costituiti da materiale ceramico, materiali metallici o materie plastiche. In particolare, per il materiale ceramico sono ammessi solo apparecchi sanitari di prima scelta realizzati con porcellana dura (vetrous china) o gres porcellanato (fire clay), secondo le definizioni della norma UNI 4542. Gli apparecchi in materiale metallico o ceramico dovranno essere conformi alle seguenti norme uni per quanto concerne i requisiti di accettazione:
- UNI 4542 - Apparecchi sanitari. Terminologia e classificazione;
- UNI 4543-1 - Apparecchi sanitari di ceramica. Limiti di accettazione della massa ceramica e dello smalto;
- UNI 4543-2 - Apparecchi sanitari di ceramica. Prove della massa ceramica e dello smalto.

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.

In particolare, gli apparecchi, a seconda del tipo, dovranno rispettare le seguenti norme:
a) Lavabi, lavamani e lavelli da cucina
- UNI EN14688 - Apparecchi sanitari. Lavabi. Requisiti funzionali e metodi di prova;
- UNI EN13310 - Lavelli da cucina. Requisiti funzionali e metodi di prova;
- UNI EN695 - Lavelli da cucina. Quote di raccordo;
- UNI EN14296 - Apparecchi sanitari. Lavabi a canale;
- UNI EN31 - Lavabi. Quote di raccordo;
- UNI EN32 - Lavabi sospesi. Quote di raccordo.

b) Vasi
- UNI EN33 - Vasi a pavimento a cacciata, con cassetta appoggiata. Quote di raccordo;
- UNI EN34 - Vasi sospesi a cacciata, con cassetta appoggiata. Quote di raccordo;
- UNI EN37 - Vasi a pavimento a cacciata, senza cassetta appoggiata. Quote di raccordo;
- UNI EN38 - Vasi sospesi a cacciata, senza cassetta appoggiata. Quote di raccordo;
- UNI EN8196 - Vasi a sedile ottenuti da lastre di resina metacrilica. Requisiti e metodi di prova;
- UNI EN997 - Apparecchi sanitari. Vasi indipendenti e vasi abbinati a cassetta, con sifone integrato.

c) Orinatoi
Gli orinatoi devono avere caratteristiche tali da consentire l'evacuazione anche di materiale solido di piccole dimensioni (mozziconi di sigarette, caramelle, ecc.), senza provocare l'ostruzione del raccordo di scarico.
- UNI EN80 - Orinatoi a parete senza sifone incorporato. Quote di raccordo;
- UNI EN12541 - Rubinetteria sanitaria. Valvole per cassette e orinatoi a chiusura automatica PN 10;
- UNI EN13407 - Orinatoi a parete. Requisiti funzionali e metodi di prova.

d) Bidè
- UNI EN35 - Bidè appoggiati sul pavimento con alimentazione sopra il bordo. Quote di raccordo;
- UNI EN36 - Bidè sospesi con alimentazione sopra il bordo. Quote di raccordo;
- UNI EN14528 - Bidè. Requisiti funzionali e metodi di prova;
- UNI 8195 - Bidè ottenuti da lastre di resina metacrilica. Requisiti e metodi di prova.

e) Vasche da bagno
- UNI EN232 - Vasche da bagno. Quote di raccordo;
- UNI EN198 - Specifiche per vasche da bagno per usi domestici prodotte con materiali acrilici.
- UNI EN263 - Apparecchi sanitari. Lastre acriliche colate reticolate per vasche da bagno e piatti per doccia per usi domestici.

f) Piatti doccia
- UNI EN251 - Piatti doccia. Quote di raccordo;
- UNI EN263 - Specifiche per lastre acriliche colate per vasche da bagno e piatti per doccia per usi domestici;
- UNI EN14527 - Piatti doccia per impieghi domestici.

b) Apparecchi idraulici
Sul corpo dell'apparecchio, ove possibile devono essere riportati in modo leggibile ed indelebile:
- Nome del produttore e/o marchio di fabbrica
- Diametro nominale (DN)
- Pressione nominale (PN)
- Sigla del materiale con cui è costruito il corpo
- Freccia per la direzione del flusso (se determinante).

Altre indicazioni supplementari possono essere previste dai disciplinari specifici delle diverse apparecchiature.
Tutti gli apparecchi ed i pezzi speciali dovranno uniformarsi alle prescrizioni di progetto e corrispondere esattamente ai campioni approvati dalla Direzione dei Lavori. Ogni apparecchio dovrà essere montato e collegato alla tubazione secondo gli schemi progettuali o di dettaglio eventualmente forniti ed approvati dalla Direzione dei Lavori, dagli stessi risulteranno pure gli accessori di corredo di ogni apparecchio e le eventuali opere murarie di protezione e contenimento. Tutte le superfici soggette a sfregamenti dovranno essere ottenute con lavorazione di macchina, i fori delle flange dovranno essere ricavati al trapano. Tutti i pezzi in ghisa, dei quali non sarà prescritta la verniciatura, dopo l'eventuale collaudo in officina dovranno essere protetti con prodotti rispondenti alle prescrizioni progettuali ed espressamente accettati dalla Direzione dei Lavori. L'Amministrazione appaltante si riserva la facoltà di sottoporre a prove o verifiche i materiali forniti dall'Impresa intendendosi a totale carico della stessa tutte le spese occorrenti per il prelevamento ed invio, agli istituti di prova, dei campioni che la direzione intendesse sottoporre a verifica ed il pagamento della relativa tassa di prova a norma delle vigenti disposizioni. L'Impresa non potrà mai accampare pretese di compenso per eventuali ritardi o sospensioni del lavoro che si rendessero necessarie per gli accertamenti di cui sopra.

c) Rubinetterie
Le rubinetterie e gli accessori dovranno essere conformi alle norme UNI vigenti e, in ogni caso, avere in posizione di chiusura una resistenza alla pressione statica non inferiore a 1,5 MP_a (15 atm.), mentre in posizione di completa apertura, sotto carico di 0,05 MP_a (0,50 atm.), dovranno avere una portata minima di 5 lt/min. I rubinetti sanitari considerati nel presente punto sono quelli appartenenti alle seguenti categorie:
- rubinetti singoli, cioè con una sola condotta di alimentazione;
- gruppo miscelatore, avente due condotte di alimentazione e comandi separati per regolare e miscelare la portata di acqua. I gruppi miscelatori possono avere soluzioni costruttive riconducibili nei seguenti casi: comandi distanziati o gemellati, corpo apparente o nascosto, predisposizione per posa su piano orizzontale o verticale;
- miscelatore meccanico, elemento unico che sviluppa le stesse funzioni del gruppo miscelatore mescolando prima i due flussi e regolando dopo la portata della bocca di erogazione, le due regolazioni sono effettuate di volta in volta per ottenere la temperatura dell'acqua. I miscelatori meccanici possono avere soluzioni costruttive riconducibili ai seguenti casi: monocomando o bicomando , corpo apparente o nascosto, predisposizione per posa su parete orizzontale o verticale;
- miscelatori termostatici; elemento funzionante come il miscelatore meccanico, ma che varia automaticamente la portata dei due flussi a temperature diverse per erogare e mantenere l'acqua alla temperatura prescelta;

I rubinetti sanitari di cui sopra, indipendentemente dal tipo o soluzione costruttiva, devono rispondere alle seguenti caratteristiche:
- inalterabilità dei materiali dei materiali costituenti e non cessione di sostanze all'acqua;
- tenuta all'acqua alla pressione di esercizio;
- conformazione della bocca di erogazione in modo da erogare acqua con filetto a getto regolare e comunque senza spruzzi che vadano all'esterno dell'apparecchio sul quale devono essere montati;
- proporzionalità tra apertura e portata d'acqua;
- minima perdita di carico alla massima erogazione;
- silenziosità ed assenza di vibrazione in tutte le condizioni di funzionamento;
- facile smontabilità e sostituzione di pezzi possibilmente con attrezzi elementari;
- continuità nella variazione di temperatura tra porzioni di freddo e quella di caldo e viceversa.

La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta per rubinetti e gruppi miscelatori quando essi rispondono alle norme UNI EN200 e ne viene comprovata la rispondenza con certificati di prova e/o apposizione del marchio UNI.
Per gli altri rubinetti si applica la UNI 200 per quanto possibile o si fa riferimento ad altre norme tecniche. I rubinetti devono essere forniti protetti da imballaggi adeguati in grado di proteggerli da urti, graffi, etc. nelle fasi di trasporto e movimentazione in cantiere. La rubinetteria da incasso dovrà essere in bronzo di ottima qualità con vitone in ottone, chiocciola di comando fuori dal contatto con l'acqua in bagno lubrificante, pistone saldamente guidato, anello di tenuta in gomma o altro materiale sintetico, guarnizione perfettamente calibrata e di semplice sostituibilità; le parti in vista saranno sottoposte a nichelatura e successiva cromatura con spessori, rispettivamente, di 8 e 0.4 micron.
La rubinetteria da montare all'esterno dovrà avere il corpo in ottone fuso; potrà essere anche stampato se sottoposto a trattamento atto ad eliminare l'incrudimento.

d) Scarichi di apparecchi sanitari e sifoni
Gli elementi costituenti gli scarichi applicati agli apparecchi sanitari si intendono denominati e classificati come riportato dalle norme UNI sull'argomento.
Indipendentemente dal materiale e dalla forma essi devono possedere caratteristiche di inalterabilità alle azioni chimiche ed all'azione del calore, realizzare la tenuta tra otturatore e piletta e possedere una regolabilità per il ripristino della tenuta stessa. La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta quando essi rispondono alle norme UNI EN274 E EN 329; la rispondenza è comprovata da una attestazione di conformità.

e) Pilette di scarico
Le pilette di scarico sono dispositivi attraverso i quali l'acqua è evacuata dall'apparecchio sanitario, che può essere sigillato per mezzo di una valvola o di un tappo e può essere dotato di una griglia fissa o rimovibile. Le pilette di scarico possono essere fabbricate come pezzo unico o possono comprendere vari pezzi uniti tramite lavorazione meccanica, con o senza troppopieno. Esse possono includere un sifone.
Le pilette di scarico non dotate di sifone devono avere un'uscita filettata o liscia delle dimensioni indicate nel prospetto 1 della norma UNI EN274-1. Le pilette di scarico possono essere dotate di una griglia fissa o rimovibile.

f) Tubi di raccordo rigidi e flessibili
Indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva essi devono rispondere alle caratteristiche seguenti:
- inalterabilità alle azioni chimiche ed all'azione del calore;
- non cessione di sostanze all'acqua potabile;
- indeformabilità alle sollecitazioni meccaniche provenienti dall'interno e/o dall'esterno;
- superficie interna esente da scabrosità che favoriscano depositi;
- pressione di prova uguale a quella di rubinetti collegati.

La rispondenza alle caratteristiche sopraelencate si intende soddisfatta se i tubi rispondono alla norma UNI 9035 e la rispondenza è comprovata

da una dichiarazione di conformità.

g) Rubinetti e tubazioni flessibili per docce e doccette manuali
I rubinetti per le docce dovranno essere di tipo con miscelatore termostatico monocomando, i soffioni delle docce dovranno essere collegati con un tubo flessibile in acciaio inox e dotati di tubo con collegamento tipo saliscendi all'americana, i soffioni dovranno essere del tipo anticalcare con possibilità di regolazione del getto.

h) Rubinetti a flusso rapido
Indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva devono rispondere alle caratteristiche seguenti:
- erogazione di acqua con portata , energia e quantità necessaria per assicurare la pulizia;
- dispositivi per la regolazione della portata e della quantità di acqua erogata;
- costruzione tale da impedire ogni possibile contaminazione della rete di distribuzione dell'acqua a monte per effetto del rigurgito;
- contenimento del livello del rumore prodotto durante il funzionamento.

i) Cassette per l'acqua
Indipendentemente dal materiale costituente e dalla soluzione costruttiva devono rispondere alle caratteristiche seguenti:
- troppo pieno tale da impedire in ogni circostanza la fuoriuscita dell'acqua dalla casetta;
- 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 del rigurgito;
- contenimento del livello del rumore prodotto durante il funzionamento.

La rispondenza alle caratteristiche sopra elencate si intende soddisfatta per cassette dei vasi quando in abbinamento con il vaso soddisfano le prove pulizia/evacuazione di cui alla norma UNI 8949/1.

l) Fontanelle
Le fontanelle dovranno essere del tipo in vitreus china complete di apparecchiatura in acciaio inox con comando manuale della bocca di erogazione.

m) Vuotatoi
I vuotatoi dovranno essere del tipo con rubinetto a flusso rapido, dotati di griglia in acciaio inox, con doccetta manuale collocata in prossimità.

n) Apparecchi e ausili per disabili
Gli apparecchi sanitari da impiegare dovranno essere rispondenti alle vigenti norme in materia e alle disposizioni impartite alle autorità sanitarie locali, i vasi dovranno essere del tipo con fronte accessibile con doccetta manuale collocata in prossimità, pulsante di comando della cassetta di scarico in posizione agevolata, gli specchi e i lavabi del tipo reclinabile.
Gli ausili saranno costituiti da un maniglione ribaltabile collocato in prossimità del vaso e da un sostegno di sicurezza a parete con impugnature verticali. Nella posa degli apparecchi dovranno essere rispettate le distanze minime tra gli apparecchi e le posizioni tali da garantire l'accessibilità secondo le indicazioni di norma.

o) Tubazioni e raccordi
Le tubazioni utilizzate per realizzare gli impianti di adduzione dell'acqua devono rispondere alle prescrizioni seguenti:
- nei tubi metallici di acciaio le filettature per giunti a vite devono essere del tipo normalizzato con filetto conico; le filettature cilindriche non sono ammesse quando si deve garantire la tenuta;
- i tubi di polipropilene (PPR) tipo 3 devono rispondere alle norme DIN 8078, UNI 8318 e UNI 8321;
- i tubi di acciaio devono rispondere alle norme UNI 6363 e UNI 8863 FA 199;
- i tubi di acciaio zincato di diametro inferiore ad ø ½" sono ammessi solo per il collegamento di un solo apparecchio;
- i tubi di rame devono rispondere alla norma UNI 6507; il diametro minimo esterno ammissibile è di 10 mm.

41) - Caratteristiche tecniche dei materiali per l'impianto di riscaldamento

In linea generale, oltre a quanto di seguito riportato, tutte le parti costituenti gli impianti, dalle apparecchiature principali ai dispositivi di sicurezza, protezione e controllo, dovranno in ogni particolare corrispondere a quanto stabilito in materia dalle norme vigenti, che si intendono qui integralmente riportate. Per quanto attiene il presente appalto hanno valore di norma, anche quando non specificatamente richiamate da Leggi o Decreti, le specificazioni tecniche e le prescrizioni emanate dall'I.S.P.E.S.L., dal Ministero degli Interni D.G.S.A., dal Comitato Italiano Gas (CIG), nonché le norme in materia dell'Ente Nazionale Italiano di Unificazione (UNI), dal Comitato Elettrotecnico Italiano (C.E.I.) e dai Vigili del Fuoco (VVF).

a) Generatore di calore
Sarà della migliore produzione nazionale del tipo pressurizzato atto a gas metano e dovrà essere corredato di tutti i dispositivi previsti dal D.M. 01 dicembre '75 e successive integrazioni e modifiche, di un mantello isolante in lamiera di ferro verniciata a fuoco, placca di applicazione del bruciatore, di un rubinetto di scarico, di un idoneo raccordo alla canna fumaria e di quant'altro necessario per un regolare funzionamento; la potenzialità nominale del generatore deve essere comprensiva di una maggiorazione del 20% sul totale dei disperdimenti per sopperire alle dispersioni passive ed alla massa a regime dell'impianto.
Le dimensioni di ingombro del generatore devono essere tali da permetterne l'inserimento nella centrale termica con il rispetto delle distanze prescritte dalla Legge 13 luglio '66, n. 615, e dalle indicazioni tecniche date dal Ministero degli Interni D.G.S.A.
Ogni generatore dovrà essere munito di una targa di costruzione con le indicazioni richieste dall'art. 17 del D.M. 1 dicembre '75.
I generatori soggetti alle norme di cui all'art. 16 del D.M. 1 dicembre '75 dovranno essere corredati di un certificato di costruzione rilasciato dal costruttore, indicante i dati di targa, la data ed il buon esito della prova idraulica.

b) Bruciatore
Sarà della migliore produzione nazionale, tipo pressurizzato, e dovrà essere dotato di tutti i dispositivi di comando, di protezione e di controllo prescritti dalle norme vigenti (n. 2 valvole di sicurezza, filtro, gas, pressostati aria e gas), ivi comprese le indicazioni tecniche emanate al riguardo dal Ministero degli Interni D.G.S.A., le norme U.N.I. - C.I.G. e VV.F. La potenzialità del bruciatore sarà adeguata al tipo di generatore di calore al quale viene accoppiato ed al valore di pressurizzazione dello stesso. Ogni bruciatore dovrà essere munito di targa indicante le caratteristiche tecniche.

c) Vaso di espansione chiuso
Ogni generatore di calore deve essere munito di una o più valvole di sicurezza aventi una portata di scarico complessiva conforme a quanto stabilito dall'ISPSEL in relazione alla potenzialità nominale del generatore.
Le valvole di sicurezza devono essere collegate alla parte più alta del generatore di calore o alla tubazione di uscita nelle immediate vicinanze del generatore; la lunghezza del tratto di tubazione compreso tra attacco al generatore e valvole di sicurezza non deve comunque essere

superiore ad un metro e non deve essere intercettabile. Le valvole di sicurezza devono essere tarate in modo da entrare in funzione ad una pressione non superiore a quella massima di esercizio del generatore di calore.
La tubazione di scarico della valvola, di idonea sezione, non deve impedire il regolare funzionamento della valvola stessa; lo scarico della valvola di sicurezza, accessibile e visibile, deve avvenire in un apposito recipiente e sifone in modo da poter controllare l'eventuale apertura della valvola. Lo scarico sarà poi convogliato in un pozzetto ubicato nella centrale termica e collegato alla fognatura.
Ogni generatore di calore deve essere direttamente collegato al vaso di espansione o al gruppo di vasi di espansione mediante una tubazione di diametro non inferiore a ø 18 mm.
I vasi di espansione devono essere conformi alle specificazioni tecniche dell'ISPESL in vigore alla data dell'installazione.
In particolare i vasi chiusi devono soddisfare i seguenti requisiti:

- la pressione massima di esercizio deve risultare non inferiore al valore della pressione di taratura della valvola di sicurezza di cui è munito l'impianto;
- la capacità del vaso di espansione, o del gruppo di vasi di espansione, va valutata in base alla capacità complessiva dell'impianto e deve consentire la completa dilatazione dell'acqua senza che la pressione del vaso superi la pressione di progetto ed assicurare altresì un congruo aumento di pressione in corrispondenza dell'aumento della temperatura dell'acqua, ai fini dell'intervento del pressostato e della valvola di sicurezza;
- qualora l'impianto alimenti più circuiti, tutti o in parte intercettabili, il volume di espansione deve essere ripartito su più vasi dei quali uno non intercettabile, mentre gli altri devono essere intercettabili a cura del conduttore quando si escludono i relativi circuiti così da adeguare il volume di espansione alla parte di impianto in esercizio.

d) Tubazioni in acciaio
Le tubazioni in acciaio per la distribuzione dell'acqua calda per riscaldamento dovranno essere in acciaio nero:

- secondo UNI 3824 fino al diametro ø 3";
- secondo UNI 4148 fino al diametro ø 6";
- secondo UNI 4991 per i diametri interni superiori ai ø 6".

Tutti i raccordi dovranno essere di spessore identico a quello dei tubi sui quali sono applicati; i giunti saldati dovranno essere eseguiti con uso di pezzi speciali stampati e forgiati. Le saldature dovranno essere effettuate con metodo ossiacetilenico previa smussatura, martellinatura e pulitura finale. Negli attraversamenti delle strutture (escluse quelle dei locali tecnici), siano esse costituite da pavimenti, soffitti o pareti, si dovranno predisporre spezzoni di tubo zincato atti a consentire all'interno di essi il libero passaggio delle tubazioni, ivi compreso il rivestimento isolante.
Tutte le tubazioni dovranno essere verniciate con due mani di antiruggine (la prima di colore diverso dalla seconda), prima di procedere all'isolamento; quelle in vista non isolate dovranno anche essere verniciate con due mani di smalto sintetico nei colori scelti dalla Direzione dei Lavori. I medesimi trattamenti dovranno essere effettuati anche sugli staffaggi.
Nei punti bassi dei circuiti dovranno essere previsti dispositivi di spurgo e di scarico.
I giunti filettati dovranno essere a filettatura conica in conformità alle norme UNI. Dovranno essere eseguiti con mastice di buona qualità e dovranno essere a perfetta tenuta.
Dove possibile dovranno essere evitati i collegamenti tra tubazioni, raccordi ed apparecchiature di metalli diversi; nel caso che tali collegamenti si rendessero inevitabili, dovranno essere accuratamente isolati per evitare il contatto diretto tra i metalli, con l'uso di isolante di ottima qualità e giunti dielettrici.

e) Tubazioni in rame
Tutte le tubazioni in rame dovranno essere di tipo pesante (spessore minimo mm. 1): ogni singolo collegamento collettore/radiatore, o collettore con qualsiasi corpo scaldante e comunque qualsiasi collegamento sia che passi all'esterno che dentro il massetto, dovrà essere realizzato senza alcuna connessione o giunzione intermedia (non sono ammesse saldature di tubazioni di rame ricotto in rotoli). Nella stesura delle tubazioni si dovranno seguire percorsi che si prestino ad assorbire le dilatazioni e contrazioni dovute a salti di temperatura ai quali le tubazioni andranno soggette. I giunti delle tubazioni ai collettori ed ai corpi scaldanti dovranno essere a perfetta tenuta ed eseguiti secondo le migliori regole d'arte.
Le curve strette dovranno avere raggio di curvatura pari a tre volte il diametro esterno del tubo per diametri fino a 14 mm.; oltre tale valore il raggio minimo di curvatura dovrà essere pari a 5 volte il diametro esterno del tubo. Per la curvatura dovranno essere impiegati il curvatubi da banco (per diametri oltre ø 6 mm.) ed il curvatubi manuale (che può essere impiegato per tubi di diametro esterno non superiore a ø 6 mm.); per diametri di oltre 16 mm. deve essere impiegato il curvatubi da banco con mandrino interno.
Per il taglio dei tubi di rame si deve usare idoneo tagliatubi per eliminare la formazione di bave, non alterare le sezioni dei tubi ed eseguire un taglio perfettamente perpendicolare all'asse del tubo stesso. Nel caso si rendesse necessario serrare il tubo in rame in morsa, esso dovrà essere avvolto in un foglio di carta di piombo o serrato in morse di legno.
Dopo il taglio é necessario procedere alla calibratura dei diametri esterni ed interni utilizzando idoneo dispositivo. La pulitura meccanica dovrà essere eseguita utilizzando carta smerigliata tipo 00 e non paglietta di ferro.
Nell'eseguire la pulitura meccanica occorre evitare di asportare troppo materiale creando giochi eccessivi tra le parti da congiungere.

f) Isolamento tubazioni
L'isolamento termico dovrà riguardare sia tutte le tubazioni, sia tutti gli accessori ad esse connesse quali valvolame, collettori, etc. L'isolamento per le saracinesche, valvole, etc., non dovrà essere di spessore inferiore a quello delle tubazioni che sono ad esse collegate. Ogni isolamento dovrà applicarsi dopo le verniciature con due mani di vernice antiruggine di colore diverso. Tutti gli isolanti dovranno risultare almeno in classe 1 secondo le specifiche di resistenza al fuoco di cui al DM 26.6.1984 (G.U. 25.8.1984, n. 234)
Per i diametri per i quali non esistano guaine isolanti di spessore adeguato dovranno essere utilizzate lastre sovrapposte dello stesso materiale applicate mediante idoneo collante a giunti sfalsati e con ripresa delle connessioni mediante nastro adesivo.
Gli spessori e le caratteristiche del materiale isolante da applicarsi alle tubazioni percorse da fluidi caldi dovranno essere conformi a quanto specificato e prescritto dalla Legge 10 del 09 gennaio '91 e regolamento D.P.R. 412 del 26 agosto '93. La coibentazione con guaina flessibile a celle chiuse a base di caucciù vinilico sintetico in forma di schiuma espansa autoestinguente, esente da PVC ed alogeni (Cloro e Bromo) dovrà presentare le seguenti caratteristiche tecniche:

- conducibilità termica a 40 °C non superiore a: 0,045 W/m°C;
- reazione al fuoco: Classe 1;
- indice di tossicità inferiore a 10;
- contenuto di acidi alogenidrici (in conformità alla norma CEI 20 - 37/FSC 739) inferiore al 2 %;
- densità ottica a 4 minuti inferiore a 100;
- fattore di resistenza alla diffusione del vapore acqueo maggiore o uguale a 2.000;
- marchio di conformità e/o dichiarazione di conformità (DM 26.06.1984);
- posa in opera per infilaggio; qualora non fosse oggettivamente e materialmente possibile, attraverso taglio longitudinale con

successivo ripristino mediante adesivo prescritto dal produttore;
- spessori degli isolanti: secondo prescrizioni della Legge 10/91 e successivo regolamento di attuazione D.P.R. 412/93.

La validità degli spessori dovrà essere documentata prima della messa in opera in relazione al tipo di isolante proposto.
La finitura esterna in Centrale termica dovrà essere realizzata mediante coppelle di lamierino di alluminio cilindrato con curve a spicchi in alluminio, fissate con viti autofilettanti e completa di nastrini di chiusura alle testate.

g) Valvolame

Le valvole di intercettazione, di bilanciamento, di sfiato aria, di scarico, etc., dovranno essere installate ove indicato negli elaborati grafici di progetto e comunque in tutti i punti dell'impianto in cui in fase di realizzazione dovessero rendersi necessarie.

1 - Valvole a sfera a passaggio totale

Dovranno essere del tipo a chiusura rapida con corpo e manicotti stampati da barra in ottone, sfera in ottone cromata a spessore, guarnizioni di tenuta in teflon o amianto-teflon esenti da scarti, maniglia in lega di alluminio verniciata.

2 - Valvole di ritegno a molla

Dovranno essere in ottone stampato, complete di guarnizioni, ghiere, molle in acciaio inox, con possibilità di installazione in qualsiasi posizione. Valvola di ritegno a caplet: dovranno avere corpo ed otturatore in bronzo, da installare solo in posizione orizzontale.

3 - Rubinetti di scarico

Dovranno essere previsti ove necessario per permettere lo scarico di parte o tutto l'impianto; dovranno essere del tipo in bronzo a sfera con passaggio totale ed avere la possibilità di collegamento con il più vicino scarico.

4 - Valvole termostatiche

Dovranno essere a doppio regolaggio complete di testa per la regolazione termostatica con elemento sensibile a dilatazione di liquido, di volantino in plastica cinque posizioni, fascetta con vite di bloccaggio.

5 - Valvole automatiche di sfiato aria a galleggiante

Dovranno essere sempre montate in posizione verticale e dovranno essere dotate di valvolina di intercettazione a sfera.

6 - Valvole inclinate per taratura e bilanciamento

Ove vi sia la necessità di bilanciare dei circuiti, si dovranno impiegare valvole di taratura di caratteristiche analoghe a quelle della corrispondente rete di appartenenza; tali valvole dovranno essere dotate di indicazione di apertura, fissaggio posizione otturatore ed attacchi piezometrici. Tali valvole dovranno essere accompagnate dai diagrammi riportanti le curve caratteristiche.

7 - Filtri

Per diametri inferiori a ø 1 ½" saranno in bronzo a manicotto PN 10 con cestello in rete inox 18/8, mentre per diametri uguali o superiori a ø 1 ½" saranno in ghisa a flangia PN 16 con cestello in acciaio inox 18/8.

8 - Valvolame vario in bronzo per corpi scaldanti

Dovranno essere previsti in ingresso rubinetti a squadra con volantino di manovra e bocchettoni di attacco, in uscita detentori ad angolo in ottone completi di tappo in materiale termoresistente.

9 - Valvole manuali sfogo aria corpi scaldanti

Dovranno esser installate sul tappo alto di tutti i radiatori ed altri corpi scaldanti e dovranno permettere lo sfiato dell'aria.

10 - Antivibranti

Saranno di forma sferica con rete di supporto di nylon e filo di acciaio altamente resistente agli strappi ed alle pressioni interne; i giunti dovranno essere installati evitando tensioni, torsioni ed inclinature; lo spazio di montaggio dovrà essere quello imposto dal costruttore. Pressione massima ammissibile 1,57 Mp_a (16 bar) per diametri inferiori a ø 1 ½" saranno con attacchi filettati; per attacchi uguali o superiori a ø 1 ½" saranno con attacchi a flange PN 16.

11 - Apparecchiature Gas

Dovranno essere conformi alla normativa vigente e dotate di tutte le certificazioni di legge.

h) Radiatori

Le caratteristiche tecniche e funzionali dei corpi scaldanti da fornire e mettere in opera sono indicate in "Elenco descrittivo delle voci", nel "Computo Metrico" e nei disegni che fanno parte del progetto. L'emissione termica dovrà essere certificata secondo norme UNI 6514/69. Ogni gruppo di elementi assemblati dovrà essere corredato di mensole di sostegno in numero opportuno al sostentamento senza che abbia a verificarsi alcun minimo cedimento, di valvola di intercettazione in ingresso con volantino di manovra, (valvola termostatica a dilatazione di cera, ove prescritto), di detentore in bronzo a tenuta idraulica in uscita e di valvolina manuale sfogo aria. L'ingresso dell'acqua calda nel radiatore dovrà avvenire nella parte alta, mentre l'uscita dovrà avvenire dallo stesso lato, nella parte bassa.

1 - Radiatori in ghisa

Dovranno essere in ghisa siliciosa ad alta resistenza meccanica ad elementi componibili, collegati insieme mediante nipples di ghisa malleabile e dovranno avere una pressione di esercizio minima non inferiore a 0,4 MP_a (4bar), ed essere completi di tappi, riduzioni e assemblati in gruppi come da progetto per il montaggio su mensole. Dovranno essere forniti con due mani di verniciatura protettiva di base (eventualmente eseguita in fabbrica) e due mani di smalto resistente alle temperature di esercizio, nei colori prescelti dalla Direzione dei Lavori. Le vernici non dovranno mai avere base metallica. Non dovrà mai essere impiegata la canapa per i nipples, la cui tenuta perfetta dovrà risultare da contatto metallico per la buona esecuzione della filettatura e per il forte serraggio. Dovranno essere collaudati ad una pressione di prova idraulica non inferiore a 0,7 MP_a (7bar).

2 - Radiatori in alluminio

I corpi scaldanti in alluminio, ad alto potere radiante, saranno ottenuti per pressofusione da una speciale lega di alluminio a bassa inerzia termica; realizzati con un processo a doppia verniciatura (prima verniciatura di fondo in anaforesi e seconda verniciatura a finire con polveri epossipoliestere di colore bianco RAL 9010) avranno le caratteristiche dimensionali e geometriche previste in progetto. Dovranno essere collaudati ad una pressione di prova idraulica non inferiore Pressione di collaudo 0,8 MP_a (8bar).

3 - Piastre in acciaio

I corpi scaldanti a piastra in acciaio DC03 (secondo EN10130) di spessore 12,5/10 di mm. saranno costituiti da un rango di alette e da una piastra realizzata con due alettature saldate su ciascun canale d'acqua; realizzati con un processo a doppia verniciatura (prima verniciatura di fondo epossidica chiara polimerizzata in forno a 180°C e seconda verniciatura a finire di colore bianco RAL 9010, con polveri epossidiche, secondo norme ASTM) avranno le caratteristiche dimensionali e geometriche previste in progetto. Dovranno essere collaudati ad una pressione di prova idraulica non inferiore Pressione di collaudo 0,8 MP_a (8bar).

4 - Radiatori tubolari in acciaio

I corpi scaldanti tubolari in acciaio DC03 (secondo EN10130) avranno testate in lamiera di prima qualità dello spessore di 1,5 mm. e tubi radianti, saldati alle testate, dello spessore di 1,25 mm. e del diametro ø 25 mm.; realizzati con un processo a doppia verniciatura bianco RAL 9010 (primo strato di verniciatura per anaforesi e finitura con polveri epossipoliestere a garanzia di qualità della verniciatura e della resistenza alla corrosione) avranno le caratteristiche dimensionali e geometriche previste in progetto. Dovranno essere collaudati ad una pressione di

prova idraulica non inferiore Pressione di esercizio 1,18 MP_a (12bar).

i) Ventilconvettore centrifugo

Saranno della migliore produzione nazionale, ad incasso o a vista, e costituiti da un mobile di copertura composto da robuste spalle laterali in materiale sintetico antiurto di colore grigio chiaro e da una sezione frontale in lamiera d'acciaio zincata a caldo e preverniciata di colore bianco. Griglia di mandata dell'aria, in materiale sintetico, di tipo reversibile ad alette fisse dello stesso colore delle spalle laterali, ed inoltre avere:

- Struttura interna portante in lamiera zincata composta da due spalle laterali e da una parete posteriore isolate con materassino a cellule chiuse;
- Filtro rigenerabile in fibre di poliestere apprettate con resine sintetiche, grado di separazione 73% con copertura frontale in materiale sintetico dello stesso colore della griglia di mandata;
- Gruppo ventilante costituito da ventilatori centrifughi a doppia aspirazione, particolarmente silenziosi, con giranti in alluminio bilanciate staticamente e dinamicamente, direttamente calettate sull'albero motore;
- Motore elettrico di tipo monofase, a quattro velocità di cui tre collegabili, con condensatore permanentemente inserito, montato su supporti elastici antivibranti;
- Batterie di scambio termico costruite con tubi di rame ed alette in alluminio fissate ai tubi con procedimento di mandrinatura meccanica. Le batterie sono di tipo reversibile: il lato degli attacchi può perciò essere invertito in fase di montaggio in cantiere;
- Bacinella raccolta condensa in materiale plastico, realizzata a forma di "L" e fissata alla struttura interna.

l) Aerotermi

Saranno della migliore produzione nazionale, ad asse verticale in conformità al loro posizionamento. Saranno costituiti da:

- una cassa portante in lamiera verniciata con deflettori direzionali;
- una batteria di scambio termico in pacco alettato di rame-alluminio;
- un ventilatore elicoidale accoppiato ad un motore elettrico a due velocità, monofase o preferibilmente trifase con tensione di funzionamento 220/380 V.

Gli aerotermi saranno completi di mensole di sostegno o tiranti in acciaio verniciato, saracinesche di intercettazione sulla mandata e sul ritorno, valvola di sfiato aria automatica, interruttore e commutatore di velocità.

La resa termica degli aerotermi dovrà essere desunta da prove di laboratorio eseguite, secondo le norme U.N.I. 6514/69, presso un Istituto autorizzato e comprovate da relativo certificato, senza alcuna maggiorazione.

42) - Componenti dell'impianto antincendio

L'impianto di spegnimento ad acqua sarà costituito da una rete di idranti, alimentata dalla rete di distribuzione principale indipendente derivata dall'acquedotto cittadino. La rete di idranti è installata allo scopo di fornire acqua in quantità adeguata per spegnere, tramite i naspi ad essa collegati, un eventuale incendio innescato nell'area protetta. I componenti degli impianti e tutta la rete, dovranno essere conformi a quanto definito dalla norma UNI 10779. In particolare la pressione nominale dei componenti non dovrà essere inferiore a 1,2 Mp_a (12 bar).

a) Elementi dell'impianto

La rete di naspi da realizzare comprende i seguenti componenti principali:

- dispositivi di collegamento all'alimentazione idrica (valvola di ritegno, idrometro, pressostato,
- rubinetti di prova e scarico);
- rete di tubazioni fisse permanentemente in pressione, ad uso esclusivo antincendio;
- valvole di intercettazione;
- naspi (valvola, cassetta a muro con vetro antinfortunistico, tubazione semirigida, raccordi, lancia multigetto);
- idranti soprasuolo;
- attacchi motopompa.

b) Tubazioni per posa vista o sottotraccia

Per le tubazioni posate a vista o sottotraccia si devono utilizzare tubazioni metalliche conformi alla norma UNI 8863 o UNI 6363, aventi pressione nominale 1,2 MP_a. Le tubazioni di acciaio devono avere spessori minimi conformi alla UNI 8863 serie media se filettate oppure alla UNI 6363 serie b, se assemblate con collegamenti che non richiedono asportazioni di materiale. I raccordi, le giunzioni, ed i pezzi speciali relativi devono essere di acciaio o ghisa conformi alla norma UNI ed aventi pressione nominale non inferiore a quella della tubazione utilizzata.

c) Tubazioni per posa interrata

Per le tubazioni posate interrate non in cunicolo si devono utilizzare tubi PEAD conformi alla norma UNI 7613.

d) Sostegni delle tubazioni fuori terra

Il tipo, il materiale ed il sistema di posa dei sostegni delle tubazioni devono essere tali da assicurare la stabilità dell'impianto nelle condizioni statiche di esercizio e dinamiche di uso ragionevolmente prevedibili e compensare le dilatazioni termiche. In particolare:

- le staffe devono essere in grado di assorbire gli sforzi assiali e trasversali in caso di attingimento da uno e da tutti i naspi i contemporaneamente;
- il materiale utilizzato per qualunque componente del sostegno deve essere di acciaio o metallo non combustibile;
- le staffe a collare devono essere chiuse attorno ai tubi;
- è vietata l'installazione di staffe di tipo aperto (ganci);
- è vietata l'installazione di staffe con ancoraggi elastici;
- è vietata l'installazione di staffe saldate direttamente alle tubazioni o avvitati ai raccordi delle tubazioni. La sezione trasversale netta di ciascun sostegno di acciaio, oppure il diametro minimo se costituito da barra filettata, non deve essere minore dei valori indicati nel prospetto seguente:

DN	Minima Sezione netta mm^2	Spessore minimo mm.	Dimensioni barre filettate mm.
fino a 50	15	2,5	M 8
fino a 100	25	2,5	M 10
fino a 150	35	2,5	M 12
fino a 200	65	2,5	M 16
fino a 250	75	2,5	M 20

Lo spessore minimo delle fasce delle staffe collare deve essere di 1, 5 mm. Se il sostegno è formato da più componenti, la sezione trasversale di tutti i componenti non deve essere minore del 150% di quella minima di cui alla tabella suindicata. Dal calcolo della sezione trasversale netta di

un sostegno si devono escludere tutte le riduzioni di materiale conseguenti a lavorazioni meccaniche quali fori per bulloni, chiodi e simili, scanalature, etc., e gli apporti di materiale di saldatura.

e) Valvole di intercettazione

Le valvole di intercettazione devono essere di tipo indicante la posizione di apertura/chiusura; sono ammesse valvole a stelo uscente di tipo a saracinesca o a globo, valvole a farfalla, valvole a sfera.

Le valvole di intercettazione devono essere conformi alla UNI 6884 e, se a saracinesca, alla UNI 7125. Nelle tubazioni di diametro maggiore di 100 mm. non sono ammesse valvole con azionamento a leva prive di dispositivo amplificatore della forza di azionamento.

f) Cassette naspi interne

Le cassette naspi dovranno essere conformi alla norma UNI EN671-1. In particolare ogni cassetta dovrà essere corredata di valvola di intercettazione in bronzo pesante con indicazione della posizione di apertura e chiusura; essere di tipo a sfera, conforme alla norma UNI 6884, attacchi maschio DN 25 x 1". Il diametro nominale di detta valvola sarà DN 25 con pressione di esercizio di 1,2 MP_a. Le cassette devono essere munite di portello e devono essere chiuse con una serratura.

Il portello deve potersi aprire con una rotazione sulle cerniere di almeno 180 gradi e permettere lo srotolamento completo in ogni direzione del naspo. Le cassette devono essere provviste di un vetro di apertura d'emergenza in materiale plastico frangibile e trasparente. Questo deve rompersi senza lasciare spigoli taglienti o seghettati che potrebbero tagliare la tubazione semirigida o essere pericolosi per gli utilizzatori. Le cassette devono essere prive di bordi taglienti o spigoli vivi che possano danneggiare l'attrezzatura o ferire gli utenti. La valvola di intercettazione deve essere installata in modo tale che ci siano almeno 35 mm tra ogni lato della cassetta ed il diametro esterno del volantino, in tutte le posizioni di funzionamento della stessa. La serratura deve permettere l'ispezione periodica e la manutenzione. La serratura deve prevedere la possibilità di essere munita di sigillo di sicurezza. La forza necessaria per la rottura del sigillo di sicurezza deve essere compresa tra 2 e 4 kg. e la serratura di apertura deve essere ragionevolmente difficile da manovrare per evitare la manomissione e furti. Le cassette devono essere provviste di fori sul fondo per il drenaggio dell'acqua. Il colore della tubazione, del supporto della tubazione e della cassetta deve essere rosso RAL 3000. La cassetta dovrà altresì contenere le istruzioni per la manutenzione dei dispositivi antincendio in essa contenuti. La cassetta naspo completa di valvola, tubazione, lancia erogatrice e raccordi dovrà essere collaudata secondo l'appendice A della norma UNI 671/1.

g) Valvole a muro di intercettazione manuale

Le valvole a muro di intercettazione manuale dei naspi devono essere conformi alla UNI EN671-1. I raccordi, la tubazione semirigida, la lancia devono essere sempre collegate alla valvola di intercettazione manuale. Tale valvola di intercettazione deve essere di tipo a vite o di altro tipo di apertura lenta. La filettatura dell'attacco della valvola deve essere conforme alla UNI ISO 7-1. La valvola di intercettazione deve aprirsi completamente con un massimo di 3 giri e mezzo del volantino di comando dell'otturatore. La chiusura della valvola di intercettazione deve avvenire con manovra di rotazione oraria del volantino e dell'otturatore. Il senso di apertura deve essere indicato in modo chiaramente visibile sul corpo della valvola. Le valvole devono avere la pressione massima di esercizio di 1,2 MP_a e devono soddisfare i requisiti di collaudo secondo le norme ISO 5208.

h) Attacchi di mandata per autopompa

Gli attacchi autopompa devono essere conformi alle norme UNI 808, UNI 810, UNI 7421 e corredati di guarnizioni secondo norma UNI 813 e manovrabili con chiavi di manovra secondo norma UNI 814. L'attacco di mandata per autopompa collegata alla rete di naspi, dovrà permettere l'immissione di acqua nella rete naspi in condizioni di emergenza. Non deve poter essere prelevata acqua. L'attacco per autopompa deve comprendere:

- due bocche di immissione conformi alle norme del D.M. 26/08/92, del M.I. e VV.F., con diametro non minore di DN 70, dotati di attacchi con girello UNI 808 protetti contro l'ingresso di corpi estranei nel sistema;
- valvola di intercettazione che consenta l'intervento dei componenti senza vuotare l'impianto;
- valvola di non ritorno o altro dispositivo atto ad evitare fuoriuscita d'acqua dall'impianto in pressione;
- valvola di sicurezza tarata a 1,2 MPa (12 bar), per sfogare sovrapressione dell'autopompa.

Gli attacchi devono essere contrassegnati in modo da permettere l'immediata individuazione dell'impianto che alimentano; essi devono essere segnalati mediante cartelli o iscrizioni recanti la dicitura:

ATTACCO PER AUTOPOMPA VV.F.
Pressione massima 12 bar
RETE GENERALE IMPIANTO NASPI

oppure

ATTACCO PER AUTOPOMPA VV.F.
Pressione massima 12 bar
COLONNA N..... IMPIANTO NASPI

I gruppi di attacco per autopompa devono essere:

- accessibili alle autopompe in modo agevole e sicuro, anche durante l'incendio; se installati nel sottosuolo, il pozzetto deve essere apribile senza difficoltà ed il collegamento agevole;
- protetti da urti o altri danni meccanici e dal gelo;
- ancorati al suolo o ai fabbricati.

i) Naspi

I naspi sono costituiti da cassetta da incasso o a parete realizzata in acciaio e verniciata di colore rosso RAL 3000; ruota realizzata in acciaio e verniciata di colore rosso RAL 3000; tubazione semirigida rossa UNI 9488 DN 25 realizzata in poliestere ad alta tenacità e rivestita con resina poliuretanica rossa, completa di raccordi, avvolta sul tamburo metallico ruotante rispetto al proprio

asse centrale e rispetto ad un asse verticale eccentrico; portello portavetro in alluminio; valvola a sfera con corpo fuso in ottone UNI 5035 e nichelato; lancia frazionatrice DN 25; erogatore in ottone. La lunghezza della tubazione dovrà non essere inferiore a 25 ml.

La bobina raccoglitrice dovrà poter ruotare su due piani ortogonali tra di loro e essere montata su braccio snodabile o portello incernierato, ed essere dotata di alimentazione con giunto orientabile. Il diametro esterno della bobina non potrà essere superiore a 80 cm., mentre il diametro minimo del tamburo di avvolgimento non dovrà essere inferiore a 20 cm. La bobina dovrà essere collaudata secondo la norma UNI 671-1 appendice F. La forza necessaria per srotolare il naspo non dovrà superare il valore di 7 kg. all'inizio dello svolgimento e 30 kg alla fine, con la tubazione strisciante su pavimento in calcestruzzo. La bobina dovrà essere dotata di sistema autofrenante. La rotazione della bobina dovrà arrestarsi entro un giro dal cessare della forza di srotolamento eseguendo la prova secondo le modalità di cui alla norma UNI 671-1 appendice

F. La manichetta dovrà essere realizzata con tubazione semirigida in gomma, colorata esternamente in rosso Ral 3000, con tessuto esterno in poliestere ad alta tecnicità tipo "Trevira" e da uno strato interno in gomma sintetica SBR e da uno strato intermedio formato da una spirale di rinforzo in nylon e corredata di raccordi in ottone fuso pesante OT 58 a norme UNI 804 costituito da canotto filettato maschio A 25 (M34 x 3), a norme UNI 805/75, raccordato mediante pressatura di boccola in ottone, guarnizione in butile a norme UNI 813/75. La tubazione e la relativa raccorderia connessa dovrà essere collaudabile ad una pressione di scoppio di 5 MP_a ed alla pressione di esercizio di 1,2 MP_a e sezione di passaggio DN 25. La lancia dovrà essere dotata di attacco femmina DN 25 e guarnizione in butile a nome UNI 813/75 idonea all'attacco maschio del cannotto A 25 della tubazione semirigida. La stessa dovrà essere dotata di organo di regolazione con corpo in alluminio, valvola a sfera e frazionatore ad elica interposto tra l'attacco predetto e l'ugello della lancia. Detto organo dovrà essere dotato di maniglia a tre posizioni di servizio, contraddistinto con indici visibili e rilevabili al tatto, ovvero: arresto, getto pieno, getto frazionato. La lancia nel suo complesso dovrà essere in lega leggera di lunghezza 45 cm. circa costituita da 5 parti assemblate mediante attacchi filettati con guarnizione piana di tenuta. La lancia dovrà avere la parte centrale rivestita in materiale plastico antiscivolo e l'ugello terminale di diametro ø 7 o 8 mm. in alluminio e protetto esternamente con un anello OR in elastomeri. La lancia dovrà essere conforme alle norme UNI 671-1 ed approvata R.I.N.A. Tale approvazione dovrà essere marcata sul corpo della stessa e confermata dal Certificato di approvazione rilasciato in copia dal costruttore. La ruota di stoccaggio del naspo dovrà essere realizzata in acciaio al carbonio, spessore 8/10 mm, verniciata mediante trattamento epossidico in colore rosso di tonalità cromatica Ral 3000. Le dimensioni della ruota devono essere tali da consentire l'avvolgimento completo della tubazione del naspo DN 25 di 30 ml. di lunghezza, i bordi della stessa devono essere risvoltati al fine di irrigidimento ed eliminazione dei bordi taglienti. La struttura del mozzo deve essere idonea a contenere il gruppo di immissione acqua e il sistema cinematico di sospensione e rotazione. La ruota così costituita deve essere supportata da un braccio in modo tale che sia consentita la sua completa estrazione dalla cassetta di contenimento e la rotazione intorno al perno di supporto, lungo l'asse verticale, di circa 360° e la libera rotazione intorno all'asse baricentrico orizzontale per consentire la completa estrazione del tubo ivi arrotolato. Il braccetto di supporto della ruota dovrà essere realizzato con profilato in acciaio al carbonio spessore di 10 mm. La sezione del profilato dovrà essere idonea a garantire un modulo di resistenza a flessione sufficiente a sorreggere il peso della ruota equipaggiata di lancia e tubazione semirigida piena di acqua, nonché il sovraccarico dinamico in fase di srotolamento del naspo. Il sistema di ancoraggio alla parete o cassetta dovrà avere analoghe caratteristiche meccaniche e permettere la completa estrazione del braccetto e della ruota ad esso collegata dalla cassetta di contenimento. Tutto il complesso dovrà essere verniciato con vernice di tipo epossidico in colore rosso Ral 3000.

- Il sistema di immissione acqua dovrà essere idoneo a garantire la continuità idraulica tra la tubazione mobile e quella fissa della rete antincendio senza perdite visibili di liquido estinguente anche in fase di srotolamento del naspo. All'uopo dovrà essere previsto l'uso di un sistema di tenuta costituito da mozzo in bronzo o ottone provvisto di appendice per il collegamento della tubazione semirigida, anello di tenuta in gomma sintetica animata con anello in acciaio spiralato, o di doppio anello di tenuta in elastomeri tipo O-ring, cannotto con sede di scorrimento rettificata, in bronzo o ottone provvisto di appendice per il collegamento della tubazione semirigida.

l) Dichiarazione di conformità
La rispondenza alle norme predette deve essere comprovata da dichiarazione di conformità completata con dichiarazioni di rispondenza alle caratteristiche specifiche previste dal progetto.

43) - Componenti dell'impianto di rilevazione incendi

I sistemi di rivelazione e segnalazione incendi saranno alimentati a 12/24 V e dovrà avere, di massima le seguenti caratteristiche:

- centrale a microprocessore per rilevazione fumi di tipo convenzionale alimentazione 12/24 V in c.a. dotata di display per segnalazione della zona di allarme e di controllo della mancanza rete, con orologio programmatore e alimentatori con correnti di 5/10/15. Dovrà contenere tutte le apparecchiature elettriche ed elettroniche atte ad alimentare, ricevere e segnalare gli interventi, anche di uno solo dei rivelatori e indicarne l'ubicazione oltre che pilotare gli elettromagneti di chiusura delle porte antincendio dove previsti; essa deve essere ubicata in locale presidiato;
- rivelatori di fumo ubicati opportunamente nei vari ambienti in funzione del raggio di azione di ciascun rivelatore; i rivelatori potranno essere del tipo puntiforme, da impiegarsi in genere nei locali più piccoli, o del tipo a barriera con emettitore ad infrarossi da impiegarsi nel caso di ambienti di maggiori dimensioni e corridoi;
- rete di collegamento costituita da conduttore con percorso indipendente, fra i rivelatori e la centrale di allarme in opera in canalizzazioni realizzate con canali in pvc di altezza 80 mm. con setti separatori per le canaline multicanale, posate a parete o a soffitto;
- pulsanti sotto vetro frangibile posti in corrispondenza dei vari ingressi o dove indicato, per l'azionamento manuale di segnalazione di emergenza;
- segnalatori ottico acustici di allarme incendio ubicati in idonee posizioni per la segnalazione alle persone presenti e rimando nel locale normalmente presidiato;
- rilevatori di fumo ottici di tipo adatto all'ambiente in cui vanno installati;
- elettromagneti di ritenuta delle ante delle porte antincendio, muniti di scatola di copertura esterna e pulsante di sblocco, funzionante a 24 V/1,5W con forza di adesione di almeno 60 kg.

La centrale di comando deve essere distinta da qualsiasi apparecchiatura di altri servizi e deve consentire una facile ispezione e manutenzione dell'apparecchiatura e dei circuiti. Oltre ai dispositivi di allarme ottico ed acustico azionati dai rilevatori, la centrale di comando dovrà essere munita di dispositivi indipendenti per allarme acustico ed ottico per il caso di rottura fili o per il determinarsi di difetti di isolamento dei circuiti verso terra e fra di loro. Oltre all'allarme alla centrale, si disporrà di un allarme costituito da mezzo acustico, installato all'esterno, verso strada o verso cortile, in modo da essere comandato in centrale, da dispositivo di inserzione e disinserzione.
Per questi impianti l'appaltatore ha l'onere di fornire tutte le assistenze murarie compresa la formazione di tracce, perforazioni, formazione di vani, nicchie e quanto necessario alla loro corretta esecuzione.

44) - Prodotti per tinteggiature, pitture, vernici, smalti

Tutti i prodotti in argomento devono essere forniti in cantiere nei recipienti originali sigillati, recanti il nome della Ditta produttrice, il tipo e la qualità del prodotto, le modalità di conservazione e di uso, e l'eventuale data di scadenza. I recipienti, da aprire solo al momento dell'impiego in presenza della Direzione dei Lavori, non devono presentarsi con pigmenti irreversibilmente sedimentati, addensamenti, gelatinizzazioni o degradazioni di qualunque genere. Salvo diversa prescrizione, tutti i prodotti devono essere del tipo "pronti all'uso" e in essi non è consentita alcuna diluizione con solventi o diluenti, tranne che nei casi previsti dalle Ditte produttrici e con i prodotti e nei rapporti dalle stesse indicati. Risulta di conseguenza vietato, salvo se esplicitamente prescritto, preparare pitture e vernici in cantiere. Per quanto riguarda proprietà e metodi di prova dei materiali si fa riferimento alla UNI 4715 (e relative norme sostitutive) ed alle norme UNICHIM.

a) Pigmenti e cariche
Devono rispondere alle norme UNICHIM ed in particolare:

- Ossido di zinco: detto anche "bianco di zinco" dalle F.N UNICHIM 70 - 1969; 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, nè più dell'1% di altre impurità; l'umidità non dovrà superare il 3%.
- Biossido di titanio: per le pitture esterne viene impiegato esclusivamente il tipo rutilo (densità relativa 4,2); è vietato in ogni caso, l'uso del biossido di titanio tagliato con solfato di calcio tipo 2.
- Minio: c.f.r. il punto 3 delle F.N. UNICHIM 71 - 1969; sia se ottenuto dal piombo (sesquiossido di piombo) che dall'alluminio (ossido di alluminio) dovrà essere costituito da polvere finissima e non contenere colori derivati dall'anilina, nè oltre il 10% di sostanze estranee (solfato di bario, etc.).
- Biacca: a norma dell'art. 1 della legge 19 luglio 1961, n. 706, l'uso del carbonato di piombo e di qualsiasi pigmento contenente detto prodotto, viene assolutamente vietato.
- Coloranti: devono essere di natura minerale, cioè formati da ossidi o da soli metalli, sia naturali che artificiali, opportunamente lavorati così da ottenere la massima omogeneità e finezza del prodotto.

Devono avere ottimo potere coprente, resistenza alla luce e perfetta incorporabilità.

b) Leganti, solventi e diluenti

Possono essere di tipo naturale o sintetico; le relative caratteristiche sono accertabili con le determinazioni ed i metodi di prova UNICHIM 52 ed UNICHIM 1 - 1972 (solventi di origine minerale per prodotti verniciati).

Con riguardo poi ai prodotti di più comune impiego si osservano le seguenti prescrizioni:

- Olio di Lino Cotto: Deve essere ben depurato, di colore chiaro e perfettamente limpido, di odore forte ed amarissimo al gusto, scevro da adulterazioni con olio minerale, olio di pesce, etc.; non deve lasciare alcun deposito e se disteso sopra una lastra di vetro o di metallo deve essiccare completamente nell'intervallo di 24 ore; deve, inoltre, avere acidità nella misura del 7%, impurità non superiori all'1% ed alla temperatura di 15°C deve presentare una densità compresa fra 0,91 e 0,93.
- Acquaragia: Può essere vegetale o minerale; la prima prodotta per distillazione delle resine di pino, deve essere scevra di sostanze nonché limpida, incolore, di odore gradevole e volatilissima; la sua densità a 15°C deve avere il valore di 0,87; la seconda avrà densità 0,78 Kg/dm^3, contenuto in aromatici del 15-20% in volume, ed acidità nulla.
- Colla: Per la preparazione delle tinte a colla e per fissativi, la colla deve essere a base di acetato di polivinile o cellulosica, in rapporto agli impieghi; non è comunque consentito l'uso della cosiddetta "colla forte".

c) Pitture all'acqua (idropitture)

Sono sospensioni acquose inorganiche, contenenti delle colle o delle emulsioni di sostanze macromolecolari sintetiche. Per esse, oltre alle prove contenute nella UNI 4715, sono richieste delle prove aggiuntive di qualificazione, da eseguire con le modalità di seguito specificate:

- Prova di adesività: F.N. UNICHIM 14 - 1969;
- Prova di resistenza agli alcali: UNICHIM 175 - 1971;

1 - Latte di calce

Dovranno costituirsi di un'emulsione di calce idrata in fiore o di grassello di calce in cui verranno stemperati pigmenti inorganici naturali a base di terre coloranti, carbonati ed ossidi di ferro l'indurimento e la stabilizzazione della tinta avverrà mediante reazione con anidride carbonica dell'aria che produrrà, con la simultanea cessione di acqua, un calcare similmente a quanto avviene per gli intonaci di calce area. Per ottenere un'omogenea dispersione dei colori i pigmenti (precedentemente calibrati sulla tinta voluta) dovranno essere prima miscelati a secco e poi, preventivamente, messi in bagno in una quantità d'acqua pari a circa il doppio del loro volume, lasciandoli riposare per ore. I pigmenti, prima di aggiungerli al latte di calce dovranno obbligatoriamente essere passati attraverso un setaccio, in modo da eliminare eventuali grumi.

L'aderenza alle malte potrà essere migliorata con additivi quali colle artificiali, animali e vegetali o con limitate quantità di resina acrilica in emulsione acquosa (massimo 5-10%). I suddetti additivi, ovvieranno a difetti come il dilavamento e lo spolverio, aumentando la durata e la resistenza della calce in presenza di inquinamento atmosferico.

Le tinte alla calce potranno essere applicate anche su pareti intonacate di fresco; in questo caso come pigmenti dovranno essere utilizzate terre naturali passate al setaccio. Per interventi conservativi si potrà ricorrere a velature di tinte a calce fortemente stemperate in acqua in modo da affievolire il potere coprente, rendendo la tinta trasparente.

2 - Tempera

La tempera sarà preparata con sospensioni acquose di pigmenti e leganti a base di colle naturali o sintetiche (caseina, vinavil, colla di pesce), dovrà avere un buon potere coprente ed essere ritinteggiabile. Si utilizzeranno solo su pareti interne intonacate perfettamente asciutte, preventivamente preparate con più mani di latte di calce.

3 - Pittura cementizia

La pittura cementizia sarà preparata con cemento bianco, pigmenti bianchi o coloranti in misura massima del 10% ed eventuali additivi chimici in polvere in piccoli quantitativi secondo le indicazioni della Ditta produttrice e dovrà essere ultimata entro 30 minuti dalla preparazione; una volta indurita è severamente fatto divieto di diluirla in acqua per una eventuale riutilizzazione.

Si comporranno di sospensioni acquose di cementi bianchi, resine acriliche in emulsione, cariche micronizzate, pigmenti inorganici ed additivi chimici (antialga e antimuffa) in polvere. Dovranno essere preparate in piccoli quantitativi a causa del velocissimo tempo di presa. L'applicazione dovrà concludersi entro 30 minuti dalla preparazione, prima che avvenga la fase di indurimento. Terminata tale fase sarà fatto divieto diluirle in acqua per eventuali riutilizzi. Il film essiccato di queste pitture, presenterà una bassa porosità che lo renderà particolarmente indicato per il trattamento e la protezione di strutture in cemento armato, dall'azione aggressiva dell'anidride carbonica. Inoltre il suo basso assorbimento d'acqua permette di preservare i supporti dall'azione di usura dovuta all'azione di "gelo-disgelo". Il tipo di finitura satinata permetterà di uniformare l'aspetto cromatico di getti non omogenei di calcestruzzo senza coprirne il disegno. Nel caso in cui si proceda alla tinteggiatura di fabbriche come manufatti di dichiarato interesse storico, artistico, archeologico, o documentario posti sotto tutela, ovvero su manufatti sottoposti ad interventi di conservazione e restauro, l'utilizzo di pitture cementizie dovrà essere vietato.

4 - Idropittura a base di resine sintetiche

Le idropitture a base di resine sintetiche non dovranno mai essere applicate su preesistenti strati di tinteggiatura, pittura o vernice non perfettamente aderenti al supporto; gli intonaci su cui andranno applicate tali idropitture dovranno essere preventivamente ed idoneamente preparati. Le idropitture dovranno risultare confezionate con resine sintetiche disperse in acqua e con l'impiego di idonei pigmenti; resta escluso nel modo più assoluto l'impiego di caseina, calce, colle animali e simili. Le idropitture per interno dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

pigmento 40÷50%: costituito da ossido di titanio in quantità non inferiore al 50% del pigmento;

veicolo 60÷40%: costituito da resine sintetiche poliacetoviniliche omopolimere o copolimere disperse in acqua, con residuo secco non inferiore al 30% del veicolo;

spessore della pellicola: minimo 25 micron per ogni mano.

L'applicazione delle mani successive non dovrà essere eseguita se non siano trascorse almeno 12 ore da quella precedente. Le idropitture per

esterno, contenenti quarzo, dovranno presentare le seguenti caratteristiche:
pigmento 58÷62%: costituito almeno dal 30% da ossido di titanio rutilo ed il 45% min. o il 55% max. da polvere di quarzo;
veicolo 38÷42%: costituito da resine sintetiche acriliche o poliacetoviniliche con residuo secco non inferiore al 35% del veicolo;
spessore della pellicola: minimo 35 micron per ogni mano.
L'applicazione delle mani successive non dovrà essere eseguita se non siano trascorse almeno 12 ore da quella precedente.

d) Pitture ai silicati
Sono costituite da un legante a base di silicato di potassio, silicato di sodio, o di una miscela dei due; i pigmenti, di tipo esclusivamente inorganico, per lo più ossidi di ferro, sono trattati in modo da risultare stabili all'acidità ambientale.
Il processo di essiccazione avverrà attraverso una prima fase fisica, di evaporazione, ed una successiva, chimica, di assorbimento d'acqua dall'ambiente circostante capace di generare delle reazioni all'interno dello strato di pittura e tra la pittura e l'intonaco del supporto. Il silicato di potassio reagisce con l'anidride carbonica e l'acqua presente nell'atmosfera originando polisilicati complessi; a contatto con il supporto, il silicato di potassio reagisce con il carbonato dell'intonaco formando silicato di calcio. La qualità della pittura ai silicati deve essere tale da assicurare un legame chimico stabile con l'intonaco sottostante per cui la pittura non deve essere soggetta a fenomeni di esfolizione e deve agire da consolidante del supporto; la pittura ai silicati non deve modificare la traspirazione ai vapori del supporto oltre il 5÷10% (in valore assoluto); non deve contenere additivi a base di resine sintetiche superiore al 2÷4%; deve risultare resistente ai raggi U.V., alle muffe, ai solventi, ai micro organismi e, in genere, a tutti i principali tipi di inquinanti atmosferici.

e) Pitture a olio
Appartengono alla categoria delle pitture essiccanti per ossidazione; il processo risulta rinforzato con l'addizione di opportuni siccativi (sali di acidi organici di cobalto, manganese, etc.), innestati in dosi adeguate.
Per la corretta applicazione, le pitture ad olio devono risultare composte da non meno del 60% di pigmento e da non oltre il 40% di veicolo.

f) Pitture oleosintetiche
Composte da olio e resine sintetiche, con appropriate proporzioni di pigmenti, veicoli e sostanze coloranti, esse devono risultare resistenti agli agenti atmosferici, all'acqua (per immersione non inferiore a 18 ore), alla luce (per esposizione non inferiore a 72 ore) ed alle variazioni di temperatura, in rapporto alle condizioni d'impiego ed alle prescrizioni.

g) Vernici
Perfettamente trasparenti, derivate da resine o gomme naturali di piante esotiche (flatting grasse e fini) o da resine sintetiche, escluso l'impiego di gomme prodotte da distillazioni, devono formare una pellicola dura ed elastica, di brillantezza cristallina e resistente all'azione degli oli lubrificanti e della benzina (prova F.M. UNICHIM 40 - 1969).
Le vernici sintetiche e quelle speciali (acriliche, cloroviniliche, epossidiche, catalizzate poliesteri, poliuretaniche, al clorocaucciù, etc.) devono essere fornite nelle loro confezioni originali sigillate e devono corrispondere perfettamente alle caratteristiche d'impiego e di qualità richieste dalle norme UNICHIM. Caratteristiche comuni devono essere l'ottima adesività, l'uniforme applicabilità, l'assoluta assenza di grumi, la rapidità di essiccazione, la resistenza all'abrasione ed alle macchie nonché l'inalterabilità all'acqua ed, in generale, agli agenti atmosferici.

h) Smalti
Nel tipo grasso hanno come leganti le resine naturali e come pigmenti il biossido di titanio, cariche inerti ed ossido di zinco; nel tipo sintetico hanno come componenti principali le resine sintetiche (nelle loro svariate formulazioni: alchidiche, malciche, fenoliche, epossidiche, poliesteri, poliuretaniche, siliconiche, etc.) ed il bianco di rutilo e, come componenti secondari pigmenti aggiuntivi (cariche) ed additivi vari (dilatanti, antipelle, anti-impolmonimento, anticolanti, etc.). Gli smalti devono avere un ottimo potere coprente, perfetto stendimento, brillantezza adeguata nonché resistenza agli urti, alle macchie, all'azione dell'acqua, della luce, degli agenti atmosferici e decoloranti in genere.

i) Ossidi di ferro
I pigmenti puri ottenuti, attualmente, per via sintetica, stabili alla luce, agli agenti atmosferici, agli acidi, agli alcali alla calce e al cemento. I più comuni sono: ossido di ferro giallo, ossido di ferro rosso, ossido di ferro nero e ossido di ferro bruno. Tali ossidi risulteranno particolarmente indicati per la preparazione di tinte per calce e cemento, per la colorazione in pasta di cementi, calcestruzzi, malte per intonaci e stucchi, per la colorazione di granulati per tegole, asfalti e bitumi. Al fine di ottenere una buona dispersione, salvo diverse specifiche di progetto, l'ossido e gli altri materiali dovranno essere miscelati a secco, aggiungendo solo in seguito la quantità di acqua richiesta. Le percentuali d'uso potranno variare secondo l'intensità di tinta che si vorrà ottenere e al potere coprente dl materiale in cui verranno miscelati, in ogni caso, salvo diverse specifiche, la percentuale non dovrà mai essere superiore al 10% in peso sulla massa.

l) Terre naturali
I pigmenti che si rintracciano in natura con qualità specifiche di terrosità e finezza tali da essere impiegati come sostanze coloranti. Le terre coloranti dovranno contenere ossidi minerali di origine naturale, in mescolanze e percentuali variabili a seconda dei tipi (mediamente 20-40%, non saranno, in ogni caso, utilizzabili i depositi minerali che contengano ossidi in percentuale inferiore al 10%); le terre dovranno comporsi di un composto del ferro, un ossido, un idrossido, un silicato idrato. Le uniche terre che non sono a base di ferro sono le terre nere. La lavorazione delle terre coloranti, dopo che sono state estratte e asciugate si diversificherà a seconda della specifica tipologia; alcune verranno sbriciolate grossolanamente, separate dall'impurità e poi nuovamente macinate più o meno finemente (terre naturali) altre invece, cotte a temperature intorno ai 200-400°C (terre bruciate): in questo modo si produrranno profonde alterazioni mineralogiche che daranno vita a differenti tonalità di colore. Le terre più comuni sono: terre gialle: idrossidi di ferro associati ad argille, il contenuto di minerali di ferro potrà variare tra il 15-20% e il 60-70%. Terre rosse il cui colore è imputabile alla presenza d'ossido rosso associato ad argille e silicati amorfi; la terra rossa si può, anche, ottenere dalla calcinazione a basse temperature (200-400°C) di terre gialle. Il colore delle terre d'ombra è dovuto, invece, alla presenza di ossidi di manganese e di ferro dispersi su base argillosa; per calcinazione si potranno ottenere tonalità più scure.
Caratteristiche chimico-fisiche medie delle terre coloranti:

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

m) Rivestimenti anticorrosivi
I rivestimenti anticorrosivi saranno del tipo a base di resine epossidiche del tipo aromatico catalizzato con agente indurente di natura ammino-aromatica, privo di solventi, con diluenti reattivi e plastificanti di tixo-tropia; le prove di resistenza della vernice ed il controllo dell'applicazione saranno eseguite in base alle Norme U.N.I. 4715, ed il prodotto sarà considerato idoneo se, dopo una immersione di 60 giorni, la superficie si presenta integra e senza segni di vescicature; l'eventuale mutamento di colore del rivestimento non sarà considerato prova di inidoneità.
L'Appaltatore, poi, dovrà garantire il rivestimento protettivo per una durata, oltre l'anno di garanzia generale dell'opera, di ulteriori tre anni, durante i quali la Stazione Appaltante avrà diritto all'esecuzione gratuita di tutte le riparazioni che si rendessero necessarie in conseguenza di eventuali degradazioni dovute a deficienze del rivestimento sia in ordine alla qualità del prodotto che alla relativa modalità di applicazione; la

garanzia non coprirà le degradazioni dipendenti da cause fortuite, anormali od accidentali.

45) - Prodotti impregnanti

1 - Generalità
Le operazioni di impregnamento di alcuni materiali che compongono i manufatti architettonici avranno l'obiettivo di proteggere le superfici e gli stessi materiali da agenti atmosferici e da agenti patogeni (siano essi di natura fisica, chimica e/o meccanica), poiché dannosi per le parti direttamente interessate e per quelle contigue; dovranno avere effetto conservativo, pre-consolidante, consolidante e protettivo. Durante le operazioni di impregnamento andranno sempre adoperati prodotti e sostanze compatibili con i supporti, assolutamente neutri in relazione alla conservazione del valore intrinseco e utilizzati in maniera localizzata solo dove indispensabile, dietro esplicita richiesta del direttore dei lavori previo parere degli organismi preposti alla tutela del bene. Tali prodotti saranno dotati di caratteristiche tali da permettere un buon impregnamento e saranno inoltre in grado di penetrare nei materiali in profondità, evitando così la formazione di pellicole superficiali, specie nelle zone con carenza di legante, assicurando al contempo buona resistenza all'attacco fisico-chimico degli agenti meteorici, atmosferici e inquinanti e buona resistenza chimica.
In considerazione del fatto che i manufatti oggetto di intervento sono manufatti storici, pertanto realizzati con materiali tradizionali ormai stabilizzati nelle loro condizioni igrometriche, i prodotti utilizzati dovranno essere perfettamente trasparenti e non dovranno alterare il colore del supporto né avere un effetto traslucido sulla superficie trattata; al fine di non alterare le condizioni igrometriche del manufatto tali prodotti dovranno essere traspirabili e dovranno consentire la diffusione del vapore; non dovranno altresì ingenerare reazioni dannose, né dar vita alla formazione di sali solubili in superficie e dovranno inoltre possedere un coefficiente di dilatazione termica simile a quello del materiale sul quale saranno usati, in modo da evitare fenomeni di fessurazione che rappresenterebbero vie preferenziali per l'ingresso dell'acqua.
Dovranno in ogni caso essere sempre utilizzati con la massima cautela, con l'obiettivo di prolungare la conservazione del manufatto e di prevenirne il degrado causato, per esempio, dalle azioni fisiche degli agenti meteorici e atmosferici (le azioni degradanti erosive dell'acqua piovana oppure le azioni degradanti meccaniche di cristallizzazione dei sali solubili o ancora le azioni fortemente abrasive del vento durante il trasporto del particellato atmosferico); dovranno altresì essere in grado di prevenire le alterazioni statiche e strutturali localizzate e generali quali ad esempio fessurazioni, rotture, cedimenti.
L'efficacia dell'impregnante dovrà essere perciò finalizzata anche a eliminare gli effetti disgregativi legati alle superfici; a ridurre o eliminare il potere di imbibizione e il ristagno di acqua all'interno dei materiali; a proteggere dagli effetti chimici generati dal contatto con piogge acide e inquinanti atmosferici; a prevenire la formazione di macroflora e di microflora. A seconda del supporto dovranno essere scelti impregnanti specifici, le superfici da trattare potranno essere infatti:

- in pietra a vista compatta e tenace oppure porosa e tenera;
- in laterizio a vista di colore rosso e compatto;
- in laterizio a vista albaso e poroso;
- in calcestruzzo;
- in intonaco colorato antico o storico oppure in intonaco colorato di recente esecuzione.

In considerazione delle varie tipologie di supporto, si dovranno eseguire quindi tutte le campionature preventive. In ogni caso la scelta delle sostanze impregnanti sarà legata ai risultati emersi a seguito delle analisi, delle prove e delle campionature eseguite, tenendo conto delle procedure NorMaL e delle disposizioni impartite in cantiere.
Saranno perciò verificate: la compatibilità chimica e fisica con il supporto, la capacità di evitare danni al manufatto, agli operatori e all'ambiente, la facilità di applicazione, la capacità di penetrazione, la reversibilità, la traspirabilità, la stabilità nel tempo, la non alterazione degli effetti di superficie originari, la resistenza ai raggi uv e l'inerzia chimica rispetto agli agenti inquinanti. Tali sostanze dovranno essere fornite in recipienti sigillati dotati di etichette indicanti il nome del produttore, la data di produzione, i dosaggi e le modalità di impiego.
Conclusivamente dovranno avere pot-life sufficientemente lungo che ne consenta l'indurimento ad assorbimento completamente avvenuto.

2 - Impregnanti da consolidamento
Gli impregnanti da consolidamento possono essere composti organici e composti inorganici, purché abbiano le medesime caratteristiche e proprietà esposte tra le generalità, con particolare riguardo all'adozione della migliore soluzione possibile in relazione al valore del manufatto.
Non dovranno presentare in fase di applicazione (durante la polimerizzazione o l'essiccamento del solvente) reazione all'acqua, in modo da evitare dannosi effetti secondari.
Tali impregnanti dovranno essere in grado di aumentare la resistenza agli sbalzi termici, in modo da eliminare i fenomeni di decoesione; non dovranno presentare ingiallimento nel tempo e dovranno essere in grado di resistere agli agenti atmosferici e ai raggi uv: in ogni caso dovrà sempre essere possibile l'eliminazione degli eccessi di prodotto con apposito solvente senza che il manufatto ne risulti danneggiato o alterato.
L'impiego di tali prodotti dovrà seguire le indicazioni riportate sulle etichette e sulle schede tecniche.

3 - Composti organici o resine
I composti organici sono polimeri di derivazione sintetica, posseggono caratteristiche di alta adesività e tuttavia dilatazione termica diversa da quella dei materiali edilizi; potranno essere di tipo termoplastico o termoindurente. Nel primo caso conserveranno una certa solubilità che li rende reversibili e verranno utilizzati per la protezione di materiali murari (pietre, malte, etc.) e per legnami.
Nel secondo caso saranno non solubili, né irreversibili o sensibili all'azione dei raggi UV e verranno utilizzati in particolare a scopi strutturali.
Si riporta di seguito una enumerazione delle più importanti resine:

- resine acriliche: avranno proprietà termoplastiche e saranno ottenibili mediante il processo di polimerizzazione di acidi acrilici e metacrilici; saranno quasi tutte solubili in appositi solventi organici, anche se penetreranno nei materiali con una certa difficoltà; saranno idrorepellenti ma si dilateranno, resistendo bene all'invecchiamento, alla luce, agli agenti chimici dell'inquinamento; dovranno avere un buon potere adesivo sebbene posseggano poche proprietà penetranti; saranno utilizzate soprattutto in campo strutturale, prevalentemente all'interno di ambienti;
- resine metacriliche: saranno utilizzabili generalmente per iniezione con lo scopo di consolidare le murature, oltre che per bloccare (anche in quelle interrate) il passaggio di acqua. In particolare, l'etil-metacrilato avrà elevata flessibilità d'uso, con buone doti di trasparenza, di resistenza all'acqua, agli acidi, agli alcali e alla vegetazione: si otterrà unendo a ogni litro di solvente, per esempio acetone o etanolo, da 20 a 300 cm^3 di resina solida, alla quale si potrà aggiungere, se prescritto, una quantità stabilita di polveri opacizzanti.
- resine poliuretaniche: apparterranno sia alla classe termoplastica che a quella termoindurente; avranno buone proprietà meccaniche, buona adesività, saranno resistenti ai raggi ultravioletti e agli inquinanti atmosferici ma penetreranno nei materiali con difficoltà. Saranno usati in alternativa alle resine epossidiche poiché posseggono capacità di indurimento alle basse temperature; potranno essere usate come consolidanti dei terreni, come isolanti e come protettivi e impermeabilizzanti, specie negli interventi di sbarramento di umidità per risalita;
- resine epossidiche: saranno termoindurenti, generalmente a due componenti, ossia dovranno essere preparate a piè d'opera; sebbene

abbiano una buona resistenza chimica, buone proprietà meccaniche e di adesività, penetreranno nei materiali con difficoltà e nel tempo, specie se esposte, ingialliranno e potranno ridursi in polvere; saranno impiegate nei consolidamenti strutturali di murature, di legnami e di materiale lapideo, soprattutto per la protezione di superfici in calcestruzzo e di manufatti sottoposti a una forte aggressione chimica e saranno impiegate inoltre per le riadesioni di frammenti lapidei staccati;

- resine poliestere: deriveranno dalla policondensazione dei glicoli con acidi bi-basici insaturi e saranno usate come adesivi poiché posseggono buone proprietà specifiche, mentre posseggono basse proprietà di resistenza alle radiazioni UV. Prima dell'indurimento potranno essere impastate con fibre di vetro, fibre sintetiche, calcari, sabbie e gessi in modo da consentirne un uso riempitivo;
- resine acril-siliconiche: saranno ottenute con prodotti a base di resine acriliche e resine siliconiche. Saranno resistenti e protettive, con buone doti di adesività, di elasticità, di idrorepellenza e di penetrazione nei materiali. Opportunamente combinate saranno utilizzabili per il consolidamento di materiali lapidei, in particolare per la pietra calcarea o arenaria, per superfici intonacate, per laterizi, per cemento, per legno duro e per marmi e manufatti in gesso; saranno utilizzate in solventi organici in maniera da assicurare bassa viscosità; i composti a base di silicio dovranno presentarsi incolori e saranno utilizzabili per arenarie, pietre silicatiche e su mattoni e intonaci; avranno una bassissima viscosità, per cui penetreranno profondamente anche in materiali poco porosi; alcuni composti potranno essere miscelati con silossani in modo da rendere idrorepellente il materiale trattato.

Tra i composti organici si annoverano anche le resine elastomero-fluororati (adatte al consolidamento e alla protezione di materiali lapidei e porosi non contengono stabilizzanti, sono stabili ai raggi UV, posseggono buone doti aggreganti e protettive e risultano permeabili e reversibili) ed i polietilenglicoli o poliessietilene (da usarsi su legnami posti in ambienti protetti).

4 - Composti inorganici

I composti inorganici avranno proprietà compatibili con il materiale al quale verranno applicati, saranno duraturi ma irreversibili e poco elastici e potranno ingenerare produzione di sali solubili: per questo il loro utilizzo sarà sempre da valutare con attenzione.
Tra tali composti va presa in considerazione la calce, che potrà essere usata come protettivo sulle malte aeree e come latte di calce sulle pietre calcaree (anche se non possiede proprietà consolidanti elevate); potranno rilevarsi dopo il trattamento con la calce depositi biancastri sulla superficie dei manufatti trattati, che andranno immediatamente rimossi per evitare che si stabilizzino irrimediabilmente.
L'idrossido di bario da impiegarsi sulle pietre calcaree e su intonaci affrescati allo scopo di bloccare il fenomeno di massificazione potrà produrre patine biancastre in superficie, avrà proprietà idrosolubili, basso potere consolidante e una scarsa azione protettrice nei confronti dell'acqua.

5 - Impregnanti e idrorepellenti per la protezione e l'impermeabilizzazione

Tutti i prodotti che verranno utilizzati in cantiere per l'impermeabilizzazione corticale e per la protezione superficiale dei materiali dovranno avere requisiti atti a fronteggiare le necessità specifiche (protezione e/o idrorepellenza) e pertanto, una volta che siano state effettuate verifiche sulle loro prestazioni e adeguate prove su campionature per il riscontro delle caratteristiche elencate nelle schede tecniche, saranno messi in opera solo in caso di effettiva urgenza e necessità, con particolare riguardo per quelle parti del manufatto maggiormente esposte agli agenti meteorici e per quelle costituite da materiali porosi e con elevate proprietà di imbibizione.
Tali prodotti saranno in grado di penetrare nei materiali in profondità, in modo da evitare la formazione di pellicole superficiali, specie nelle zone con carenza di legante, saranno inoltre dotati di buona resistenza all'attacco fisico-chimico degli agenti meteorici, atmosferici e inquinanti oltre che di una buona resistenza chimica.

6 - Oli e cere naturali

Oli e cere naturali, a causa della loro bassa resistenza all'invecchiamento, nel caso in cui la loro applicazione venga ripetuta nel tempo, poiché l'iniziale idrorepellenza acquisita sparirà col tempo, avranno un'elevata capacità di protezione e conservazione.
L'olio di lino crudo, di colore giallo, sarà un prodotto grasso con proprietà essiccative e avrà l'85-90% di gliceridi derivanti da acidi grassi insaturi; per migliorarne ulteriormente le proprietà essiccative verrà sottoposto a un processo di cottura a temperature comprese tra i 150 e i 320°C, pertanto acquisterà un colore tendente al bruno rossastro e aumenterà la sua densità e la sua viscosità; sarà da utilizzare per l'impregnazione di legno, pavimenti e materiali in cotto.
Le cere naturali potranno avere provenienza animale o vegetale; in relazione alle cere animali, le più comuni sono quelle d'api ma alcune potranno anche provenire da cetacei.
La cera d'api, la più comune, avrà colore intenso, punto di rammollimento a 35°C e punto di fusione a 62°C circa; il suo pH sarà circa 20,7, sarà infiammabile pur non lasciando residui e sarà solubile in trementina a caldo ma insolubile in acqua; avrà altresì buone doti di permeabilità al vapore.
Le cere vegetali proverranno dal cotone, dal lino, dal tabacco o dalla palma del Brasile (cera carnauba, molto pregiata) e potranno essere grasse o magre, saranno solubili a caldo in solventi organici, per esempio in trementina o in acqua ragia, avranno punto di fusione a circa 85°C e saranno usate anche in aggiunta alla cera naturale grazie alle sue elevate proprietà di brillantezza.

7 - Cere minerali o sintetiche

Le cere minerali o sintetiche sono ricavabili dalla lavorazione dei fossili e degli idrocarburi, pertanto sono prodotti chimici con caratteristiche visive del tutto dissimili da quelle delle cere naturali; potrà trattarsi di cere di provenienza polietilenica e polietilenglicolica, con proprietà solubili sia in acqua che in solventi organici, punto di fusione a 90-95°C e punto liquido a 105-110°C; dovranno avere buona stabilità chimica e termica, poiché nel trattamento dei materiali lapidei e porosi potrebbero provocare fenomeni di ingiallimento e di opacizzazione delle superfici trattate, potrebbero inoltre scolorire e essere attaccate da batteri e parassiti.

8 - Composti organici

I polimeri acrilici e vinilici (ad esempio poliacrilati e resine viniliche) dovranno essere in grado, dopo l'applicazione, di generare un film solido impermeabile e aderente al supporto.
Potranno essere combinati con cariche, con pigmenti, con opacizzanti, con addensanti e con plastificanti.
Le resine poliuretaniche (sia termoplastiche che termoindurenti) dovranno possedere buone proprietà meccaniche e buona adesività, anche se a fronte difficilmente saranno in possesso di una bassa penetrabilità. Risulteranno molto efficaci come barriera al vapore e per gli sbarramenti verticali nella risalita di acqua nelle strutture murarie.
Le resine metacriliche saranno generalmente utilizzabili per iniezione allo scopo, oltre che di consolidamento strutturale, di bloccare nelle murature, anche in quelle interrate, il passaggio di acqua.
I perfluoropolieteri saranno adatti alla protezione di manufatti in quanto non subiranno alterazioni nel corso dell'invecchiamento e di conseguenza non varieranno le loro proprietà e saranno stabili ai raggi UV. L'alcool polivinilico sarà solubile in acqua nelle percentuali del 3-10%. L'acetato di polivinile, resina di tipo termoindurente, avrà punto di rammollimento a 150-180°C e una viscosità 180-240 mPas in soluzioni al 20% con temperature di 20°C; essa sarà usata in soluzione di alcool etilico o isopropilico oppure in una miscela di acqua e acido etilico denaturato, sempre nelle percentuali del 3-10%.
I composti a base di silicio (comunemente detti *siliconi*) si otterranno dal trattamento del silicio per derivazione chimica.

Tali protettivi siliconici dovranno possedere bassa tensione superficiale, bassa viscosità, buone proprietà di penetrazione, proprietà di idrorepellenza, resistenza chimico-fisica, traspirabilità e impermeabilità; la loro efficacia sarà legata al supporto sul quale saranno applicati e dovranno in ogni caso rispettare le prescrizioni contenute nelle raccomandazioni NorMaL 20/85.
Tali formulati dovranno sempre garantire un elevato potere di penetrazione, resistenza ai raggi ultravioletti e infrarossi, resistenza agli agenti chimici alcalini, assenza di variazioni cromatiche superficiali, assenza di effetto traslucido, assenza di effetti filmanti, i quali potrebbero ridurre la permeabilità al vapore d'acqua (tale permeabilità dovrà essere superiore al 10% secondo norme DIN 52615); il loro utilizzo sarà sempre subordinato a specifiche autorizzazioni della direzione lavori e degli organi preposti alla tutela del bene in oggetto e a un'appropriata campagna diagnostica preventiva effettuata sul materiale da trattare. I metil-siliconati di potassio o di sodio saranno sconsigliati per l'idrofobizzazione e il restauro di materiali lapidei carbonatici e intonaci di malte aeree, a causa della formazione (a seguito di reazione) di sali solubili; essi troveranno applicazione nella idrofobizzazione del gesso. Le resine siliconiche (comunemente dette silossani o polisilossani) dovranno essere in possesso di una buona stabilità agli agenti chimici (specie agli alcali), alle temperature e alle radiazioni UV e dovranno inoltre possedere un buon grado di traspirabilità (che eviterà il crearsi di un effetto pellicolante, con relativa occlusione dei pori), una buona elasticità e un'alta idrorepellenza e garantire infine l'assenza di formazione di sali solubili e di alterazione degli effetti cromatici. Si presteranno molto bene per l'impregnazione di manufatti dotati di elevata porosità.
I silani avranno struttura chimica simile alle resine siliconiche: utilizzati in particolari condizioni, consentiranno di ottenere ottime impregnazioni su supporti compatti e poco assorbenti; saranno generalmente utilizzati all'interno delle soluzioni prescelte in una percentuale del 20-40%. L'utilizzo di alchil-silossani sarà adeguato per laterizi, materiali lapidei, tufo e intonaci realizzati con malta bastarda.

46) - Prodotti per la pulitura di materiali

1 - Generalità
Gli interventi di pulitura saranno necessari all'eliminazione di tutte le patine degradanti anche se, come è noto, ogni singola azione di pulitura potrebbe generare effetti abrasivi sui materiali e sulla pellicola naturale generatasi nel tempo. I singoli prodotti andranno utilizzati senza mai generalizzarne l'applicazione, partendo sempre da operazioni più blande per poi passare a quelle più aggressive.
La scelta dei prodotti per la pulitura delle superfici esterne di un edificio richiederà opportune analisi del degrado e del quadro patologico, in relazione alle cause intrinseche ed estrinseche che dovrebbero condurre all'utilizzo di quei materiali e alla consistenza materica dei manufatti. Seguendo le raccomandazioni NorMaL, dovranno perciò essere condotte tutte le indagini necessarie volte alla identificazione della natura del supporto e dell'agente patogeno, al fine di determinare il processo chimico che ha innescato il degrado; ogni prodotto potrà essere utilizzato soltanto dopo che siano state eseguite e campionate tutta una serie di prove applicative, secondo quelle che sono le disposizioni impartite. Solo a seguito di tali risultanze sarà possibile individuare e scegliere il prodotto più appropriato a partire da esplicite disposizioni della Direzione dei Lavori e sentiti gli organi preposti alla tutela del bene.
Sarà cura dell'appaltatore, il quale seguirà scrupolosamente le indicazioni riportate sulle schede tecniche dei materiali e le disposizioni di cantiere, assicurarne la conservazione e il corretto uso.

2 -Acqua nebulizzata
L'acqua da utilizzare negli interventi di pulitura, soprattutto per quelli che interesseranno i materiali lapidei anche porosi, dovrà essere pura, dolce, priva di sali e di calcari, con pH neutro e durezza inferiore al 2%; dovrà essere deionizzata oppure distillata, completamente pulita e priva di particelle in sospensione in grado di danneggiare i materiali; per i calcarei teneri, l'acqua potrà essere più dura.
L'acqua dovrà subire un procedimento di nebulizzazione, in modo da scomporsi in piccole particelle di dimensioni comprese tra i 5 e 10 micron.
La deionizzazione dell'acqua potrà anche essere eseguita in cantiere mediante un'apparecchiatura che consentirà agli scambi ionici di prodursi con continuità, in modo che nel cantiere stesso non si abbiano interruzioni e variazioni nella produzione dell'acqua.
Il processo sarà ottenuto tramite l'utilizzo di appositi filtri contenenti resine scambiatrici di ioni (acide RSO_3H e basiche RNH_3 OH). La macchina scambiatrice dovrà essere collegata a una motopompa in grado di trasportare l'acqua trattata ai nebulizzatori e agli ugelli, i quali saranno dotati di valvola regolatrice della pressione e dei flussi di uscita. Per una buona riuscita della lavorazione e per evitare problemi di eccessiva imbibizione del manufatto e delle parti di manufatto sottoposte al trattamento, l'operatore dovrà muovere gli ugelli con moto moderato e uniforme, evitando stasi prolungate in quei particolari punti che potrebbero aumentare il rischio di abrasione del materiale.
Completato un ciclo, che non dovrà mai superare le 4 ore consecutive, sarà opportuno consentire ai materiali di asciugarsi e, se necessario, si potrà intervenire successivamente con altri passaggi. In ogni caso, i corretti tempi di intervento e di applicazione saranno determinati su zone campione sottoposte a tempi crescenti concordati con la Direzione dei Lavori.
La deionizzazione non renderà comunque sterile l'acqua e pertanto, all'occorrenza, dovrà essere predisposto tale trattamento aggiuntivo: infatti per ottenere acque sterili si dovranno adoperare procedure fisiche adeguate.

3 - Biocidi
Sono biocidi tutti quei prodotti in grado di eliminare muffe, alghe, muschi e licheni o altro tipo di patina biologica; potranno essere specifici per l'eliminazione di alcune particolari specie oppure potranno agire con ampio spettro. Per le alghe verdi e per le muffe si potrà usare la formalina oppure una soluzione ottenuta con acqua ossigenata (25%) e ammoniaca.
Per alghe e microflora si potrà anche impiegare un germicida disinfettante come il benzalconio cloruro, da utilizzarsi in soluzione acquosa, da applicare a spruzzo, allo 0,5-2%. Per muschi e licheni si potranno preparare soluzioni di ipoclorito di litio (raramente ipoclorito di sodio, in quanto altererebbe la patina cromatica) in acqua con percentuale dell'1-3% oppure acqua ossigenata a 120 volumi o, in alternativa, formaldeide in soluzione acquosa allo 0,1-1% con aggiunta di ossido di etilene.
Per i soli licheni, le soluzioni potranno essere composte da sali di ammonio quaternario e enzimi proteolitici sciolti in acqua all'1-2%.
Molti di questi prodotti non sviluppano un'azione persistente, pertanto gli agenti patogeni si riformeranno non appena la loro efficacia si sarà attenuata; per questa ragione si dovrà agire con utili applicazioni preventive.
Tutti i biocidi, pur non essendo in linea di massima tossici per l'uomo, saranno comunque da utilizzarsi con molta cautela; alla loro applicazione dovrà sempre seguire un abbondante risciacquo con acqua deionizzata. Tale applicazione dovrà essere preceduta da una serie di operazioni di tipo meccanico per l'asportazione superficiale tramite l'utilizzo di spatole, pennelli a setole rigide, bisturi e altri attrezzi: operazioni da svolgersi con estrema cautela, in modo da non esercitare un'azione troppo incisiva sul manufatto.

4 - Sostanze chimiche
In considerazione della provenienza sintetica dei prodotti da utilizzare, dovranno essere eseguite apposite prove e campionature, con diversi dosaggi e con diversi prodotti, in modo da poter valutare con sicurezza tutti gli effetti generabili sui materiali a partire dal loro impiego e l'effettiva efficacia che posseggono riguardo l'eliminazione di patine degradanti.
Nel caso in cui non potranno effettivamente essere sostituiti da altri materiali impiegabili nell'ambito di interventi meno aggressivi e più compatibili con il manufatto, questi prodotti chimici saranno adoperati con la massima cautela proprio a causa della loro pericolosità d'impiego.
Gli interventi saranno disposti e controllati dalla direzione lavori e dagli organi preposti alla tutela del bene e saranno localizzati solo dove effettivamente necessario, in modo da evitare interventi generalizzati.

Potranno essere usate sostanze basiche (per croste poco solubili, dure e resistenti) o sostanze acide (per efflorescenze, per sali solubili, per macchie di solfati anche ferrosi) o ancora sostanze attive e detergenti, come i saponi liquidi neutri, purché non producano schiuma.
Tutti questi prodotti dovranno essere diluiti nell'acqua di lavaggio, addittivando anche inerti di vario tipo quali metilcellulosa, argilla, amido o altro, secondo quelle che sono le percentuali prescritte dalla direzione lavori; a ogni lavaggio dovrà alternarsi una passata di acqua deionizzata.

5 - Impacchi di argille assorbenti
Le argille da adoperare, premesso che dovranno sempre essere disposte tutte le campionature e le prove così come esposte in precedenza, potranno essere la sepiolite e/o l'attapulgite, poiché queste saranno in grado di agire senza generare effetti aggressivi sulla superficie oggetto di intervento. La loro granulometria dovrà essere di 100-220 Mesh e sarà necessario vengano preparate mediante diluizione con acqua distillata o demonizzata, fino a ottenere una pasta mediamente densa dello spessore di 2-3 cm.
Negli impasti, al fine di ottenere i fanghi da applicare, dovrà essere presente urea (50 g ogni 1000 cm^3 di acqua distillata) e 20 cm^3 di glicerina.
L'operazione di pulitura mediante argille dovrà sempre essere preceduta da operazioni di rimozione di eventuali cere o patine grasse attraverso l'utilizzo di opportuni solventi, l'acetone per esempio, in modo da assicurare l'efficacia dell'operazione stessa.

47) - Generalità sugli infissi

Si definiscono infissi gli elementi edilizi aventi la funzione principale di regolare il passaggio di persone, animali, oggetti e sostanze liquide o gassose tra spazi interni ed esterni dell'organismo edilizio o tra ambienti diversi dello spazio interno.
Il serramento, invece, è definito come l'elemento tecnico con la funzione principale di regolare in modo particolare il passaggio di persone, animali, oggetti e sostanze liquide o gassose, energia, aria, etc.
Essi si dividono in elementi fissi (cioè luci fisse non apribili) e serramenti (cioè con parti apribili). Gli infissi si dividono, a loro volta, in porte, finestre e schermi. I meccanismi di apertura e chiusura degli infissi devono essere facilmente manovrabili e percepibili e le parti mobili devono poter essere usate esercitando una lieve pressione. Per la terminologia specifica dei singoli elementi e delle loro parti funzionali in caso di dubbio si fa riferimento alla norma UNI 8369 (varie parti).
Norme di riferimento:

- UNI 7895 - Disegni tecnici. Designazione simbolica del senso di chiusura e delle facce delle porte, finestre e persiane;
- UNI 8369-1 - Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia;
- UNI 8369-2 - Edilizia. Pareti perimetrali verticali. Classificazione e terminologia;
- UNI 8369-3 - Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia dei serramenti esterni verticali;
- UNI 8369-4 - Edilizia. Chiusure verticali. Classificazione e terminologia degli schermi;
- UNI 8369-5 - Edilizia. Chiusure verticali. Giunto tra pareti perimetrali verticali e infissi esterni. Terminologia e simboli per le dimensioni;
- UNI 8370 - Edilizia. Serramenti esterni. Classificazione dei movimenti di apertura delle ante.

L'appaltatore dovrà esibire un campione di ogni tipologia di ogni infisso della fornitura ai fini dell'approvazione da parte della Direzione dei Lavori. Il campione di infisso deve essere limitato a un modulo completo di telaio, parte apribile e cerniere, meccanismi di chiusura, comandi, accessori e guarnizioni. Resta inteso che i manufatti che saranno consegnati in cantiere dovranno essere tassativamente uguali ai campioni approvati dal direttore dei lavori, comprese le anodizzazioni e/o le verniciature.
L'appaltatore deve consegnare l'attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni contrattuali e alle normative vigenti. Il marchio CE non riguarda la posa in opera. L'attestazione obbligatoria deve riguardare almeno i seguenti requisiti (UNI EN 14351-1):

- tenuta all'acqua, mediante la prova in laboratorio (norma UNI EN 1027);
- permeabilità all'aria, mediante la prova in laboratorio (norma UNI EN 1026);
- resistenza al vento, mediante prova in laboratorio (norma UNI EN 12211);
- resistenza termica, mediante il procedimento di calcolo indicato dalla norma UNI EN ISO 10077-1 oppure 10077-2 o in alternativa con la prova in laboratorio (norma UNI EN ISO 12657-1);
- prestazione acustica, mediante procedimento di calcolo o, in alternativa, con la prova in laboratorio (norma UNI EN ISO 140-3);
- emissione di sostanze dannose verso l'interno del locale;
- resistenza all'urto.

Le tipologie di serramenti più importanti con l'obbligo della marcatura CE sono le seguenti:

- porte per uso esterno a esclusivo uso dei pedoni (a una o due ante; con pannelli laterali e/o sopraluce);
- porte destinate a uscita di sicurezza con maniglioni antipanico;
- finestre (uso esterno) a una e due ante (incluso le guarnizioni di tenuta alle intemperie);
- porte finestre (uso esterno) a una e due ante (incluso le guarnizioni di tenuta alle intemperie);
- finestre scorrevoli orizzontali;
- finestre francesi;
- finestre da tetto con o senza materiali antifiamma;
- porte blindate per uso esterno;
- porte automatiche (con radar) motorizzate;
- tutti i prodotti che possono essere in versione manuale o motorizzata;
- tutti i prodotti che possono essere ciechi, parzialmente o totalmente vetrati;
- tutti i prodotti che possono essere assemblati in due o più unità.

L'appaltatore è obbligato a fornire al direttore dei lavori la documentazione rilasciata dal produttore riguardante:

- dichiarazione di conformità a norma dei prodotti forniti;
- istruzioni di installazione del prodotto;
- istruzioni sull'uso e sulla manutenzione dei prodotti;
- marcatura CE.

a) Luci fisse
Le luci fisse devono essere realizzate nella forma, con i materiali e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto. In mancanza di prescrizioni (o in presenza di prescrizioni limitate), si intende che comunque devono - nel loro insieme (telai, lastre di vetro, eventuali accessori, etc.) - resistere alle sollecitazioni meccaniche dovute all'azione del vento o agli urti, garantire la resistenza al vento e la tenuta all'aria e all'acqua. Quanto richiesto, dovrà garantire anche le prestazioni di isolamento termico, isolamento acustico, comportamento al fuoco e resistenza a sollecitazioni gravose dovute ad attività sportive, atti vandalici, etc. Le prestazioni predette dovranno essere garantite con limitato decadimento nel tempo. Il Direttore dei Lavori potrà procedere all'accettazione delle luci fisse mediante i criteri seguenti:
controllo dei materiali costituenti il telaio, il vetro e gli elementi di tenuta (guarnizioni, sigillanti) più eventuali accessori;
controllo delle caratteristiche costruttive e della lavorazione del prodotto nel suo insieme e/o dei suoi componenti (in particolare, trattamenti

protettivi del legno, rivestimenti dei metalli costituenti il telaio, esatta esecuzione dei giunti, etc.);
accettazione di dichiarazioni di conformità della fornitura alle classi di prestazione quali tenuta all'acqua, all'aria, resistenza agli urti, etc.
Le modalità di esecuzione delle prove saranno quelle definite nelle relative norme UNI per i serramenti.

b) Serramenti interni ed esterni

I serramenti interni ed esterni (finestre, portefinestre e similari) dovranno essere realizzati seguendo le prescrizioni indicate nei disegni costruttivi o comunque nella parte grafica del progetto. In mancanza di prescrizioni (o in presenza di prescrizioni limitate), si intende che comunque devono, nel loro insieme, essere realizzati in modo da resistere alle sollecitazioni meccaniche e degli agenti atmosferici e contribuire, per la parte di loro spettanza, al mantenimento negli ambienti delle condizioni termiche, acustiche, luminose, di ventilazione, etc. Lo svolgimento delle funzioni predette deve essere mantenuto nel tempo. Il Direttore dei Lavori potrà procedere all'accettazione dei serramenti mediante:

- il controllo dei materiali che costituiscono l'anta e il telaio, i loro trattamenti preservanti e i rivestimenti;
- il controllo dei vetri, delle guarnizioni di tenuta e/o sigillanti e degli accessori;
- il controllo delle caratteristiche costruttive (in particolare, dimensioni delle sezioni resistenti, conformazione dei giunti e connessioni realizzate meccanicamente - viti, bulloni, etc. - e per aderenza -colle, adesivi, ecc. - e comunque delle parti costruttive che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica, sulla tenuta all'acqua, all'aria, al vento e sulle altre prestazioni richieste.

Il Direttore dei Lavori potrà altresì procedere all'accettazione della attestazione di conformità della fornitura alle prescrizioni indicate nel progetto per le varie caratteristiche e comprendenti:

1) finestre
- isolamento acustico (secondo UNI 8204);
- tenuta all'acqua, all'aria e resistenza al vento (misurata secondo UNI EN 86,42 e 77);
- resistenza meccanica (secondo UNI 9158);

2) porte interne
- tolleranze dimensionali; spessore (misurate secondo UNI EN 25); planarità (misurata secondo UNI EN 24);
- resistenza all'urto corpo molle (misurata secondo UNI 8200);
- resistenza al fuoco (misurata secondo UNI pr U39.00.057.6);
- resistenza al calore per irraggiamento (misurata secondo UNI 8328);

3) porte esterne
- tolleranze dimensionali; spessore (misurate secondo UNI EN 25); planarità (misurata secondo UNI EN 24);
- tenuta all'acqua, aria, resistenza al vento (misurata secondo UNI EN 86, 42 e 71);
- resistenza all'intrusione (secondo UNI 9569).

La attestazione di conformità dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione.

c) Schermi (tapparelle, persiane, antoni)

Gli schermi (tapparelle, persiane, antoni) con funzione prevalentemente oscurante dovranno essere realizzati nella forma, con il materiale e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto. In mancanza di prescrizioni o con prescrizioni insufficienti, si intende che comunque lo schermo deve nel suo insieme resistere alle sollecitazioni meccaniche (vento, sbattimenti, ecc.) e agli agenti atmosferici, mantenendo nel tempo il suo funzionamento. Il Direttore dei Lavori dovrà procedere all'accettazione degli schermi mediante:

- il controllo dei materiali che costituiscono lo schermo e dei loro rivestimenti;
- il controllo dei materiali costituenti gli accessori e/o gli organi di manovra;
- la verifica delle caratteristiche costruttive dello schermo, principalmente delle dimensioni delle sezioni resistenti, delle conformazioni delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni ecc.) o per aderenza (colle, adesivi ecc.) e comunque delle parti che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica e sulla durabilità agli agenti atmosferici.

Il Direttore dei Lavori potrà altresì procedere all'accettazione mediante attestazione di conformità della fornitura alle caratteristiche di resistenza meccanica e di comportamento agli agenti atmosferici (corrosioni, cicli con lampade solari, camere climatiche, etc.). L'attestazione dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione.

d) Prescrizioni dimensionali e prestazionali per i portatori di handicap

1 - Porte interne

La luce netta della porta di accesso di ogni edificio e di ogni unità immobiliare deve essere di almeno 80 cm. La luce netta delle altre porte interne deve essere di almeno 75 cm. L'altezza delle maniglie deve essere compresa tra gli 85 e i 95 cm. (altezza consigliata: 90 cm.). Devono inoltre essere preferite soluzioni per le quali le singole ante delle porte non abbiano larghezza superiore ai 120 cm. e gli eventuali vetri siano collocati a una altezza di almeno 40 cm dal piano del pavimento. L'anta mobile deve poter essere usata esercitando una pressione non superiore a 8 kg.

2 - Infissi esterni

L'altezza delle maniglie o dispositivo di comando deve essere compresa tra 100 e 130 cm.; consigliata 115 cm.
Nelle finestre lo spigolo vivo della traversa inferiore dell'anta apribile deve essere opportunamente sagomato o protetto per non causare infortuni. L'anta mobile deve poter essere usata esercitando una pressione non superiore a 8 kg.

48) - Materiali e norme di riferimento per gli infissi

1 - Materiali in alluminio

a) telai:
- UNI EN 573-3 - Alluminio e leghe di alluminio. Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati. Sistema di designazione sulla base dei simboli chimici;
- UNI EN 12020-1 - Alluminio e leghe di alluminio. Profilati di precisione estrusi, di leghe en aw-6060 e en aw-6063. Parte 1: Condizioni tecniche di controllo e di fornitura;
- UNI EN 12020-2 - Alluminio e leghe di alluminio. Profilati di precisione estrusi di leghe en aw-6060 e en aw-6063. Parte 2: Tolleranze dimensionali e di forma;
- UNI EN 14024 - Profili metallici con taglio termico. Prestazioni meccaniche. Requisiti, verifiche e prove per la valutazione.
- laminati di trafilati o di sagomati non estrusi in alluminio:
- UNI EN 573-3 - Alluminio e leghe di alluminio. Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati. Sistema di designazione sulla base dei simboli chimici;
- UNI EN 485-2 - Alluminio e leghe di alluminio. Lamiere, nastri e piastre. Parte 2: Caratteristiche meccaniche;
- UNI EN 754-2 - Alluminio e leghe di alluminio. Barre e tubi trafilati. Tubi estrusi con filiera a ponte, tolleranze.

b) getti in alluminio:

UNI EN 1706 - Alluminio e leghe di alluminio. Getti. Composizione chimica e caratteristiche meccaniche.

2 - Materiali in acciaio normale

a) telai:

- UNI EN 10079 - Definizione dei prodotti di acciaio e a quelle di riferimento per gli specifici prodotti.
- laminati a caldo:
- UNI 10163-1 - Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Parte 1: Requisiti generali;
- UNI 10163-2 - Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Parte 2: Lamiere e larghi piatti;
- UNI EN 10163-3 - Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiere, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Parte 3: Profilati;
- UNI EN 10143 - Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento metallico applicato per immersione a caldo in continuo. Tolleranze dimensionali e di forma;
- UNI EN 10025-1 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura;
- UNI EN 10025-2 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali;
- UNI EN 10025-3 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato;
- UNI EN 10025-4 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica;
- UNI EN 10025-5 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica;
- UNI EN 10025-6 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali. Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati.

b) lamiere a freddo:

- UNI 7958 - Prodotti finiti di acciaio non legato di qualità laminati a freddo. Lamiere sottili e nastri larghi da costruzione;
- UNI EN 10327 - Nastri e lamiere di acciaio a basso tenore di carbonio rivestiti per immersione a caldo in continuo, per formatura a freddo. Condizioni tecniche di fornitura.

c) lamiere zincate:

UNI EN 10143 - Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento applicato per immersione a caldo in continuo. Tolleranze sulla dimensione e sulla forma.

3 - Materiali in acciaio inossidabile

a) telai:

- UNI EN 10088-1 - Acciai inossidabili. Parte 1: Lista degli acciai inossidabili;
- UNI EN 10088-2 - Acciai inossidabili. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere e dei nastri per impieghi generali.

4- Materiali in lega di rame

a) telai:

- UNI EN 13605 - Rame e leghe di rame. Profilati di rame e fili profilati per usi elettrici.

b) lamiere in rame:

- UNI EN 13599:2003 - Rame e leghe di rame. Piatti, lastre e nastri di rame per usi elettrici.

5 - Materiali in P.V.C.

I profili utilizzati, saranno prodotti con una mescola ottenuta da materie prime di qualità a base di cloruro di polivinile (PVC rigido), senza ammorbidenti aggiunti e molto resistente agli urti anche a bassa temperatura, stabilizzato e con caratteristiche di alta resistenza agli agenti atmosferici, autoestinguente secondo i parametri della classe 1 di reazione al fuoco. Per quanto riguarda le caratteristiche del materiale fornito, esso corrisponderà al tipo: PVC-U, EDLP, 082-25-T23 in base alla ISO 1163.

Dati specifici del materiale:

- Peso specifico: 1,42÷1,46 g/cm³ (secondo ricetta)
- Carico di rottura a trazione (DIN EN ISO 527) 44 MP_a
- Modulo elastico a trazione (DIN EN ISO 527) ³ 2.200 MP_a
- Resistenza all´urto sec. Charpy (DIN EN ISO 179) ³ 20 kJ/m² (campione singolo)
- Resistenza all´urto a – 40° (DIN EN ISO 179) nessuna rottura
- Coefficiente di dilatazione lineare 0,8 x 10 - 4 mm/m °K
- Temperatura di rammollimento VICAT (DIN EN ISO 306) 82 °C (secondo ricetta)
- Resistenza agli agenti atmosferici (DIN EN 513) Alterazione di colore non superiore al grado 4 della scala dei grigi (ISO 105-A03)

Sistema costruttivo: I profili utilizzati saranno prodotti in ottemperanza alle norme RAL GZ 716/1. Tutti i profili principali saranno a sezione costante, i telai saranno realizzati con profili a 5 camere mentre le ante con profili a 4 camere, provvisti di camera principale per l´ inserimento di rinforzi metallici. Sistema di tenuta a due guarnizioni EPDM, una esterna posizionata sul telaio, più una ulteriore guarnizione interna sulla battuta dell´anta. Le ante e gli scambi battuta saranno dotati di apposita cava per il montaggio di ferramenta a nastro.

Lo spessore delle pareti esterne avrà uno spessore minimo di 3 mm. e la profondità dei profili telaio di 70 mm.

Il fissaggio di tutte le parti della ferramenta avverrà attraverso almeno 2 pareti in PVC, eventualmente anche su parti rinforzate in acciaio.

I telai, i traversi orizzontali, e le ante saranno provvisti di cava di raccolta e di fori di scarico per l´acqua eventualmente penetrata, e per i depositi di condensa in base alle direttive, mediante asole sfalsate da 5 x 30 mm. in più punti.

Criteri costruttivi delle finestre: Gli infissi dovranno essere provvisti d marchiatura CE ed ottemperare alla normativa EuropeaEN14351-1:2006

Presupposti statici: Gli infissi forniti saranno realizzati in modo tale da resistere alla pressione del vento, e tenendo conto dei carichi orizzontali e verticali secondo le seguenti normative:

- Carichi del vento norma EN 12211
- Resistenza all'impatto norma EN 13049:
- Capacità di carico di dispositivi di sicurezza norme EN14609, EN948
- Resistenza meccanica norme EN14608, EN14609, EN12046-1
- Tenuta alla pioggia battente e permeabilità all'aria: Per la resistenza alla pioggia battente e la permeabilità all´aria gli infissi saranno conformi alle normative EN 1026, EN1027
- Isolamento termico: Gli infissi saranno realizzati facendo riferimento alla norma EN ISO 10077 e i profili presenteranno un valore di

trasmittanza termica tipica di 1,4 W/m² °K
- Isolamento acustico: Gli infissi ottempereranno alle norme EN ISO 140-3
- Resistenza allo scasso: Gli infissi ottempereranno alle norme ENV 1628, ENV 1629, ENV 1630
- Altre caratteristiche: Gli infissi dovranno riferirsi seguenti normative:
- Resistenza esterna alle fiamme: prEN 13501-5
- Proprietà radianti: EN 410
- Forze operative: EN 12046-1, En 12046-2
- Ventilazione: EN13141-1
- Resistenza ai proiettili: EN1522, EN 1523
- Resistenza alle esplosioni: EN13123, EN 13124
- Resistenza a ripetute aperture e chiusure: EN 1191

a) telai e battenti

I telai e i battenti verranno costruiti mediante saldatura degli angoli con fusione a caldo, tali da resistere ai carichi funzionali applicati, e in ottemperanza alle norme e ai valori minimi di rottura previsti dalle norme RAL. Le guarnizioni di tenuta sui telai e sui battenti saranno di tipo EPDM.

b) Rinforzi

Tutti i rinforzi in acciaio utilizzati, saranno prodotti in materiale tipo FE-P02-Z-275 NA, trattato contro la ruggine, e con spessore delle pareti 1,5 mm. Tutti i profili principali verranno rinforzati con profili in acciaio zincato di geometria adeguata alle sollecitazioni previste , e spessore minimo 1,5 mm .Il collegamento dei rinforzi ai profili sarà garantito da viti zincate, posizionate a 30 cm. una dall´altra.

c) Ferramenta

I supporti delle cerniere e quelli delle forbici, i nottolini e i funghi di chiusura devono essere regolabili. Il supporto deve guidare l´anta in maniera sicura, ed evitare che la finestra esca dai cardini nel caso di anta aperta. La forbice della ribalta deve evitare che in caso di uso erroneo l´anta esca dai cardini, o si apra a battente.

Tutti gli infissi, ove tecnicamente possibile, saranno provvisti di anta con apertura a battente e a ribalta con due ulteriori posizioni per la microventilazione da 13 mm. e da 1 mm. ad eccezione delle finestre/porte finestre scorrevoli e wasistas.

Le soglie ribassate per le porte finestre dovranno sempre essere a taglio termico con alloggiamento di scontro antieffrazione

Tutti i componenti della ferramenta utilizzata saranno prodotti con trattamento anticorrosione, e assemblati con viti fissate su almeno due pareti di PVC, o su PVC e rinforzo metallico.

6 - Finitura superficiale dei telai metallici

La finitura superficiale dei telai metallici dei serramenti dovrà essere priva di difetti visibili a occhio nudo (graffi, colature, rigonfiamenti, ondulazione e altre imperfezioni) a distanza non inferiore a 5 ml. per gli spazi esterni e a 3 ml. per gli spazi interni. La finitura superficiale non deve subire corrosioni o alterazioni di aspetto per un periodo di tempo adeguato alla vita del manufatto e in cantiere deve essere evitato il contatto con sostanze o materiali che possano instaurare fenomeni corrosivi. Il colore deve essere quello previsto dal progetto esecutivo. In base al tipo di metallo si indicano le seguenti norme di riferimento:

a) alluminio:
- UNI EN12206-1 - Pitture e vernici. Rivestimenti di alluminio e di leghe di alluminio per applicazioni architettoniche. Parte 1. Rivestimenti preparati a partire da materiali in polvere.
- acciaio:
- UNI ENI ISO12944-1 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Introduzione generale;
- UNI ENI ISO12944-2 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Classificazione degli ambienti;
- UNI ENISO12944-3 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Considerazioni sulla progettazione;
- UNI ENI ISO 12944-4 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Tipi di superficie e loro preparazione;
- UNI ENI ISO12944-5 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 5: Sistemi di verniciatura protettiva.

I trattamenti di metallizzazione devono rispettare le seguenti norme:

- zincatura elettrolitica:
  - UNI ISO2081 - Rivestimenti metallici. Rivestimenti elettrolitici di zinco su ferro o acciaio.
- zincatura a spruzzo:
  - UNI EN22063 - Rivestimenti metallici e altri rivestimenti inorganici. Metallizzazione termica a spruzzo. Zinco, alluminio e loro leghe.
- cadmiatura:
  - UNI 4720 - Trattamenti superficiali dei materiali metallici. Classificazione, caratteristiche e prove dei rivestimenti elettrolitici di cadmio su materiali ferrosi.
- cromatura:

UNI EN12540 - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrodepositati di nichel, nichel più cromo, rame più nichel e rame più nichel più cromo.

b) acciaio inossidabile:
- UNI EN10088-2 - Acciai inossidabili. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere, dei fogli e dei nastri di acciaio resistente alla corrosione per impieghi generali.

7 - Accessori

Tutti gli accessori impiegati per i serramenti devono avere caratteristiche resistenti alla corrosione atmosferica e tali da assicurare al serramento le prescritta resistenza meccanica, la stabilità e la funzionalità per le condizioni d'uso a cui il serramento è destinato. Gli accessori devono essere compatibili con le superfici con cui devono essere posti a contatto.

8 - Guarnizioni

Le guarnizioni dei serramenti devono garantire le prestazioni di tenuta all'acqua, permeabilità all'aria, isolamento acustico e inoltre devono essere compatibili con i materiali con cui devono venire a contatto.

Le guarnizioni dei giunti apribili devono potere essere facilmente sostituibili e dovranno essere esclusivamente quelle originali.

Norme di riferimento:
- UNI EN12365-1 - Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 1: Requisiti

prestazionali e classificazione;
- UNI EN12365-2 - Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 2: Metodi di prova per determinare la forza di compressione;
- UNI EN12365-3 - Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 3: Metodo di prova per determinare il recupero elastico;
- UNI EN12365-4 - Accessori per serramenti. Guarnizioni per porte, finestre, chiusure oscuranti e facciate continue. Parte 4: Metodo di prova per determinare il recupero dopo l'invecchiamento accelerato.

9 - Sigillanti

I sigillanti impiegati nei serramenti devono garantire le prestazioni di tenuta all'acqua, tenuta all'aria, tenuta alla polvere e la realizzazione della continuità elastica nel tempo. Inoltre, devono essere compatibili con i materiali con cui devono venire a contatto. I sigillanti non devono corrodere le parti metalliche con cui vengono in contatto.

49) - Porte e chiusure resistenti al fuoco

Gli elementi di chiusura resistenti al fuoco comprendono:
- porte su perni e su cardini;
- porte scorrevoli orizzontalmente e verticalmente, incluse le porte articolate scorrevoli e le porte sezionali;
- porte a libro in acciaio, monolamiera (non coibentate);
- porte scorrevoli a libro;
- porte basculanti;
- serrande avvolgibili.

Per assicurare la tenuta al fumo le porte tagliafuoco devono essere corredate da guarnizioni etumescenti.
La valutazione delle caratteristiche, delle prestazioni, nonché le modalità di redazione del rapporto di prova in forma completa di porte ed elementi di chiusura resistenti al fuoco, si effettua secondo quanto specificato nella norma UNI EN1634-1 e, per quanto da essa richiamato, nelle norme UNI EN1363-1 e UNI EN1363-2.
La valutazione delle prestazioni, da effettuare tramite la prova a fuoco secondo la curva di riscaldamento prevista dalla UNI EN1363-1, va condotta previo il condizionamento meccanico previsto al punto 10.1.1, comma a), della norma UNI EN1634-1. Il condizionamento meccanico deve essere eseguito secondo quanto descritto nell'allegato A al D.M. 20 aprile 2001 e s.m.i.
Ricordando che la **resistenza al fuoco** è la capacità di una costruzione, di una parte di essa o di un elemento costruttivo di mantenere, per un tempo prefissato, indicando con:
- la stabilità **R**: attitudine a conservare la resistenza meccanica sotto l'azione del fuoco;
- la tenuta **E**: attitudine a non lasciar passare ne produrre, se sottoposto all'azione del fuoco su un lato, fiamme, vapori o gas caldi sul lato non esposto;
- l'isolamento termico **I**: attitudine a ridurre la trasmissione del calore.

Per quanto sopra:
- con il simbolo **REI** (seguito da un numero n) si identifica un elemento costruttivo che deve conservare per un tempo determinato n la resistenza meccanica, la tenuta alle fiamme e ai gas, l'isolamento termico.
- con il simbolo **RE** (seguito da un numero n) si identifica un elemento costruttivo che deve conservare per un tempo determinato n la resistenza meccanica e la tenuta alle fiamme e ai gas.
- con il simbolo **R** (seguito da un numero n) si identifica un elemento costruttivo che deve conservare per un tempo determinato n la resistenza meccanica.

Il numero **n** indica la classe di **resistenza al fuoco**. Le classi di resistenza la fuoco sono: 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240 e 360, ed esprimono il tempo, in minuti primi, durante il quale la resistenza al fuoco deve essere garantita.
Salvo diversa indicazione dei decreti di prevenzione incendi, la classe di resistenza al fuoco richiesta per porte e altri elementi di chiusura con la terminologia "RE" e "REI" è da intendersi, con la nuova classificazione, equivalente rispettivamente a "E" ed a "EI_2". Laddove sia prescritto l'impiego di porte e altri elementi di chiusura classificati E ed EI2, potranno essere utilizzate porte omologate con la classificazione "RE" e "REI", nel rispetto di tutte le condizioni previste dal D.M. 20 aprile 2001 ed il Regolamento di semplificazione di cui al D.P.R. n. 151 dell'1 agosto 2011. Il sistema di classificazione adottato per le porte resistenti al fuoco è qui di seguito illustrato.

E	15	20	30	45	60	90	120	180	240
EI_1	15	20	30	45	60	90	120	180	240
EI_2	15	20	30	45	60	90	120	180	240
EW	-	20	30	-	60	-	-	-	-

Il requisito di tenuta E è l'attitudine di una porta o altro elemento di chiusura a non lasciar passare né produrre, se sottoposto all'azione dell'incendio su un lato, fiamme, vapori o gas caldi sul lato non esposto. La perdita del requisito E si ha al verificarsi di uno dei seguenti fenomeni:
- aperture di fessure passanti superiori a fissate dimensioni (punto 10.4.5.3 della norma UNI EN1363-1);
- accensione di un batuffolo di cotone posto ad una distanza di 30 mm per un massimo di 30 s (punto 10.4.5.2 della norma UNI EN1363-1) su tutta la superficie;
- presenza di fiamma persistente sulla faccia non esposta.

Il requisito di isolamento I è l'attitudine di una porta o altro elemento di chiusura a ridurre entro un dato limite la trasmissione del calore dal lato esposto all'incendio al lato non esposto.
La perdita del requisito di tenuta significa anche perdita del requisito di isolamento, sia che il limite specifico di temperatura sia stato superato o meno. Sono previsti due criteri di isolamento:
- isolamento I1;
- isolamento I2.

Isolamento I1: Si considera che l'elemento in prova perde l'isolamento termico al verificarsi del primo dei seguenti fenomeni:
- l'aumento della temperatura media sulla faccia non esposta supera i 140 °C (punto 9.1.2.2 della norma UNI EN1634-1);
- l'aumento della temperatura su ogni punto dell'anta, con esclusione della zona entro 25 mm dal bordo visibile o foro di passaggio, supera i 180 °C (punto 9.1.2.4 lettera b) della norma UNI EN1634-1);
- l'aumento della temperatura sul telaio supera i 180 °C a una distanza di 100 mm. dal foro di passaggio se il telaio è più largo di 100 mm. o alla massima distanza possibile se il telaio è inferiore o uguale a 100 mm. (punto 9.1.2.3 lettera b) della norma UNI EN1634-1).

Isolamento I2: Si considera che l'elemento in prova perde l'isolamento termico al verificarsi del primo dei seguenti fenomeni:
- l'aumento della temperatura media sulla faccia non esposta supera i 140 °C (punto 9.1.2.2 della norma UNI EN1634-1);
- l'aumento della temperatura su ogni punto dell'anta, con esclusione della zona entro 100 mm. dal bordo visibile o foro di passaggio, supera i 180 °C (punto 9.1.2.3 lettera c) della norma UNI EN1634-1);
- l'aumento della temperatura sul telaio supera i 360 °C a una distanza di 100 mm. dal foro di passaggio se il telaio è più largo di 100 mm. o alla massima distanza possibile se il telaio è inferiore o uguale a 100 mm. (punto 9.1.2.3 lettera b) della norma UNI EN1634-1).

Il requisito di irraggiamento W è l'attitudine di una porta o altro elemento di chiusura a resistere all'incendio agente su una sola faccia, riducendo la trasmissione di calore radiante sia ai materiali costituenti la superficie non esposta sia ad altri materiali o a persone a essa adiacenti. Una porta o altro elemento di chiusura che soddisfa i criteri di isolamento I_1 o I_2 si ritiene che soddisfi anche il requisito di irraggiamento W per lo stesso tempo. La perdita del requisito di tenuta E significa automaticamente perdita del requisito di irraggiamento W.
Omologazione: Le porte e altri elementi di chiusura da impiegarsi nelle attività soggette alle norme di prevenzione incendi devono essere omologati. Per omologazione si intende l'atto conclusivo attestante il corretto espletamento della procedura tecnico-amministrativa illustrata nel presente decreto, finalizzata al riconoscimento dei requisiti certificati delle porte resistenti al fuoco. Con tale riconoscimento è autorizzata la riproduzione del prototipo e la connessa immissione in commercio di porte resistenti al fuoco omologate, con le variazioni consentite dalla norma UNI EN1634-1 nel campo di applicazione diretta del risultato di prova, integrate dalle variazioni riportate nell'allegato C al D.M. 20 aprile 2001.
Per prototipo si intende il campione, parte del campione medesimo e/o la documentazione idonea alla completa identificazione e caratterizzazione della porta omologata, conservati dal laboratorio che rilascia il certificato di prova.
Per porta omologata si intende la porta o altro elemento di chiusura per il quale il produttore ha espletato la procedura di omologazione.
Per produttore della porta resistente al fuoco si intende il fabbricante residente in uno dei paesi dell'unione europea, ovvero in uno dei paesi costituenti l'accordo dello Spazio economico europeo (SEE), nonché ogni persona che, apponendo il proprio nome, marchio o segno distintivo sulla porta resistente al fuoco, si presenti come rappresentante autorizzato dallo stesso, purché residente in uno dei paesi dell'unione europea, ovvero in uno dei paesi costituenti l'accordo SEE.
Per certificato di prova si intende il documento, rilasciato dal laboratorio o da un organismo di certificazione, con il quale, sulla base dei risultati contenuti nel rapporto di prova, si certifica la classe di resistenza al fuoco del campione sottoposto a prova.
Per rapporto di prova si intende il documento, rilasciato dal laboratorio a seguito della prova, riportante quanto indicato al punto 12 della norma UNI EN1634-1 e al punto 12.1 della norma UNI EN1363-1.
L'omologazione decade automaticamente se la porta resistente al fuoco subisce una qualsiasi modifica non prevista nell'atto di omologazione.
Documentazione tecnica che il produttore deve allegare ad ogni fornitura: Il produttore, per ogni fornitura di porte resistenti al fuoco, deve allegare la seguente documentazione tecnica:
- copia dell'atto di omologazione della porta;
- dichiarazione di conformità alla porta omologata;
- libretto di installazione, uso e manutenzione.

Per dichiarazione di conformità si intende la dichiarazione, rilasciata dal produttore, attestante la conformità della porta resistente al fuoco alla porta omologata e contenente, tra l'altro, i seguenti dati:
- nome del produttore;
- anno di costruzione;
- numero progressivo di matricola;
- nominativo del laboratorio e dell'organismo di certificazione se diversi;
- codice di omologazione;
- classe di resistenza al fuoco.

Con la dichiarazione di conformità, il produttore si impegna a garantire comunque la prestazione certificata, quali che siano le modifiche apportate alla porta resistente al fuoco tra quelle consentite nell'atto di omologazione.
Per marchio di conformità si intende l'indicazione permanente e indelebile apposta dal produttore sulla porta resistente al fuoco, contenente almeno il numero progressivo di matricola e il codice di omologazione.
Il marchio di conformità deve essere applicato dal produttore sulla porta resistente al fuoco.
Per libretto di installazione, uso e manutenzione si intende il documento, allegato a ogni singola fornitura di porte resistenti al fuoco, che riporta, come minimo, i seguenti contenuti:
- modalità e avvertenze d'uso;
- periodicità dei controlli e delle revisioni con frequenza almeno semestrale;
- disegni applicativi esplicativi per la corretta installazione, uso e manutenzione della porta;
- avvertenze importanti a giudizio del produttore.

50) – Corpi illuminanti

Le caratteristiche tecniche e funzionali dei corpi illuminanti da fornire e mettere in opera sono indicate in "Elenco descrittivo delle voci", nel "Computo Metrico" e nei disegni che fanno parte del progetto.
Al fine della valutazione di rispondenza di ogni prodotto oggetto della fornitura alle norme di cui al presente capitolato e a quelle del calcolo illuminotecnico, le Imprese dovranno produrre:
1) materiale illustrativo di ogni singolo prodotto;
2) descrizione particolareggiata delle principali caratteristiche tecniche, sia del prodotto nel suo complesso, sia nei singoli materiali componenti.

La Direzione Lavori procederà all'approvazione di ogni singolo prodotto o, nel caso che uno o più prodotti non rispondano alle norme di cui sopra, con provvedimento motivato, potrà chiedere ulteriore documentazione tecnica e/o la campionatura, al fine di una più consona valutazione, oppure non approvare il prodotto, nel qual caso l'Impresa dovrà procedere ad una nuova fornitura dello stesso.
Inoltre dovranno essere rispettate le seguenti norme di carattere generale:
- Sicurezza elettrica: ove previsto, qualsiasi materiale o componente elettrico dovrà rispondere ai marchi I.M.Q. o equivalenti ovvero a certificazioni o attestazioni di conformità alle norme armonizzate previste dal D.Lgs 626/96; i lavori dovranno essere eseguiti in conformità alla legge 186/68 e alla legge 46/90.

Le apparecchiature dovranno essere conformi alle seguenti normative:
- D.P.R. n. 547 del 27 aprile 1955 (prevenzione degli infortuni);
- Legge n. 791 del 18 ottobre 1977 (disposizioni concernenti la produzione di apparecchiature ed impianti elettrici);
- Norme CEI specifiche di prodotto;
- Norme Europee EN 335-1;

- Marchio C.E.

I corpi illuminanti dovranno essere realizzati con materiali di prima qualità ed a perfetta regola d'arte e corrispondere per caratteristiche e per funzionalità alle predette descrizioni particolari; dovranno essere in grado di soddisfare le esigenze e le funzioni richieste e dovranno essere preventivamente accettati dalla Direzione Lavori, che ne verificherà le caratteristiche tecniche e prestazionali: a tal fine è prescritta la campionatura.
Sono comprese le lampade, i portalampade e tutti gli accessori per dare in opera l'apparecchiatura completa e funzionante.
Per quanto concerne la reazione al fuoco dei materiali impiegati, questi devono essere rispondenti alla classe di resistenza al fuoco necessaria per il loro impiego in locali di pubblico spettacolo.

3 - PROVE DEI MATERIALI - CERTIFICAZIONI DI CONFORMITÀ

In correlazione a quanto è prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle di campioni di lavori eseguiti, da prelevarsi in opera, sottostando a tutte le spese di prelevamento ed invio di campioni al laboratorio prove ed analisi debitamente riconosciuto. L'Impresa sarà tenuta a pagare le spese per dette prove, secondo le tariffe degli Istituti stessi. Dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nel competente ufficio tecnico o sedi distaccate dell'Amministrazione appaltante, numerandoli di sigilli e firma del Direttore dei Lavori (o dal suo assistente di cantiere) e dell'Impresa, nei modi più adatti a garantire l'autenticità. Per la fornitura e posa in opera di impianti di seguito elencati:

- elettrici;
- di illuminazione;
- di riscaldamento e di ventilazione;
- tecnologici per l'edilizia civile ed industriale.

L'Impresa appaltatrice delle relative forniture si dovrà attenere alle specifiche riportate sulle circolari del Ministero dei LL.PP. del 16/5/1996, n. 2357, 27/12/1996, n. 5923, 9/6/1997, n. 3107 e del 17/6/1998, n. 3652 nei riguardi della presentazione della dichiarazione di impegno o di conformità o certificazione di conformità sia all'atto dell'offerta che all'aggiudicazione dei lavori. Per i prodotti per i quali sono state emanate le disposizioni attuative che consentono l'apposizione del marchio di conformità C.E. o laddove sia prevista una procedura di omologazione/approvazione dello stesso che sostituisce la certificazione di conformità.

4 - LE INDAGINI PRELIMINARI

Le indagini preliminari che potranno essere utilizzate sono di due tipi:
a) indagini non distruttive (termografia, indagini soniche, georadar, tomografia sonica e radar);
b) indagini minimamente distruttive (martinetti piatti, sclerometro, prove di penetrazione, pull test).
Nel primo caso si utilizzeranno tecnologie di analisi dei materiali o degli elementi da sottoporre ad opere di demolizione che escludano interventi artificiali o a carattere invasivo tali da alterare in qualsiasi modo le caratteristiche fisico-chimiche delle parti oggetto di indagine.
A questa prima categoria appartengono le seguenti tecnologie:
1) fotogrammetria per la ripresa e restituzione di immagini fotografiche completamente prive di distorsioni provocate dall'impiego delle ottiche normalmente utilizzate;
2) termografia per il rilevamento delle radiazioni elettromagnetiche (comprese tra 0,4 e 0,75 micron) e di immagini non comprese nella banda del visibile ma estese nel campo dell'infrarosso e più precisamente nella regione spettrale compresa tra 2 e 5,6 micron visualizzando su un monitor la mappa termica o termogramma della distribuzione della temperatura superficiale dei vari materiali, visualizzabile attraverso scale di colori o toni di grigio. Ad ogni colore o tono della scala di grigi, corrisponde un intervallo di temperature. Le apparecchiature all'infrarosso misurano il flusso di energia a distanza senza alcun contatto fisico con la superficie esaminata. Lo schema di funzionamento si basa su una videocamera ad infrarossi che trasforma le radiazioni termiche in segnali elettrici, successivamente convertiti in immagini, a loro volta visualizzate su un monitor e registrate. In particolare nella videocamera, la radiazione infrarossa che raggiunge l'obiettivo, viene trasmessa dal sistema ottico ad un elemento semiconduttore, il quale converte le radiazioni infrarosse in un segnale video, mentre l'unità di rilevazione elabora il segnale proveniente dalla telecamera e fornisce l'immagine termografica. L'apparecchiatura termovisiva deve comprendere una telecamera, capace di effettuare riprese secondo angoli da +0 a -90° su uno stesso piano e dotata di obiettivi intercambiabili con lenti al germanio o al silicio ed una centralina di condizionamento del segnale con monitor. Il campo di misura dell'apparecchiatura deve essere compreso tra -20°C e +900°C con una sensibilità migliore di 0,5°C. La banda di radiazione dell'apparecchiatura dovrà essere compresa tra 2 e 5,6 µm. L'apparecchiatura dovrà rendere possibile la registrazione delle immagini, su pellicola fotografica in bianco e nero e/o colori, su nastro magnetico. Deve inoltre essere prevista la possibilità di montare l'apparecchiatura su carrello semovente autoportante per poter costituire unità autonoma; queste apparecchiature sono comunemente portatili e autoalimentate;
3) misurazione della temperatura e dell'umidità effettuata con termometri ed igrometri in grado di fornire i valori relativi alle superfici prese in esame; tali misurazioni possono essere eseguite anche con strumentazioni elettroniche di precisione e con l'umidometro a carburo di calcio;
4) misurazione dei valori di inquinamento atmosferico attraverso la rilevazione dei dati sulle radiazioni solari, direzione del vento, le precipitazioni e la pressione esterna;
5) la rilevazione fotografica con pellicole normali o all'infrarosso per un'analisi più approfondita delle caratteristiche dei materiali e delle loro specificità fisico-chimiche;
6) endoscopia necessaria per l'esame ottico di condotti o cavità di piccole dimensioni per mezzo di piccole telecamere o strumenti fotografici integrati con apparecchi illuminanti e, a volte, con l'impiego di fibre ottiche. Per questa indagine si devono prediligere cavità già esistenti onde evitare la manomissione del materiale che ne deriverebbe da un foro appositamente praticato per svolgere l'indagine. Tale indagine è effettuata per mezzo dell'endoscopio che può essere di tipo rigido o di tipo flessibile. L'endoscopio rigido è un sistema ottico a lenti contenuto in un rivestimento rigido. Deve essere prolungabile fino a 2 metri mediante aggiunta di ulteriori elementi ottici e deve essere dotato di sistema di illuminazione per agevolare l'osservazione. Dovrà essere consentita la visione diretta a 45° e 90°. Lo strumento deve essere accoppiabile ad apparecchiature fotografiche e/o televisive.
L'endoscopio flessibile permette la trasmissione dell'immagine e della luce tramite fibre ottiche. È comunemente dotato di testa mobile e prisma di conversione a 90°. Lo strumento deve essere accoppiabile ad apparecchiature fotografiche e/o televisive;
7) misurazione degli inquinanti atmosferici effettuata con strumenti specifici per la rilevazione dei parametri di anidride carbonica, anidride solforosa, anidride solforica, ossidi di azoto, acido cloridrico, polveri totali, solfati, cloruri, nitrati ed altre sostanze presenti in sospensione nell'aria o depositate sul terreno;
8) magnetometria impiegata per la rilevazione dei materiali ferrosi anche inglobati in altre sostanze; dopo la lavorazione gli orientamenti dei magnetini contenuti nei manufatti rimangono inalterati, costituendo un campo magnetico facilmente rilevabile da apparecchiature magnetometriche; la ricerca è basata sul principio dell'induzione elettromagnetica e lo strumento utilizzato è il metal-detector che localizza la presenza di metalli con emissioni magnetiche effettuate da bobine o altri generatori di campi. Gli elementi che costituiscono questa

apparecchiatura sono più sonde rilevatrici, con diversa precisione di rilevamento e con uscite per registratore, e una centralina analogica a due o più scale per la lettura della misura a seconda della differente sensibilità della sonda utilizzata. Queste apparecchiature sono comunemente portatili ed autoalimentate;
9) colorimetria che analizza il manufatto sulla base dell'indagine fotografica effettuata con una serie di colorimetri standardizzati secondo la scala Munse che consentono l'individuazione delle varie sostanze presenti nelle parti analizzate.
Esistono, inoltre, degli altri tipi di indagine che rientrano sempre tra quelli classificati non distruttivi ma che hanno un piccolo grado di invasività quali:
10) indagini soniche effettuate con fonometri in grado di emettere impulsi sonici e captare delle onde sonore, attraverso la percussione con appositi strumenti o con trasduttori elettrodinamici, registrando la deformazione delle onde elastiche che forniscono elementi per la valutazione del degrado delle murature o eventuale presenza di lesioni. L'elaborazione dei dati, invece, consiste nel calcolo del tempo e della velocità di attraversamento dell'impulso dato dalla muratura. Il principio generale dell'indagine sonica si basa su alcune relazioni che legano la velocità di propagazione delle onde elastiche, attraverso un mezzo materiale, alle proprietà elastiche del mezzo stesso. L'apparecchiatura dovrà essere predisposta per l'uso di una vasta banda di frequenza compresa tra 100 e 1000 H_z e consentire l'utilizzo di uscita su monitor oscilloscopico che permette l'analisi delle frequenze indagate. Gli eventi sonici studiati dovranno poter essere registrati in continuo;
11) indagini con ultrasuoni eseguite per mezzo di fonometri particolari in grado di emettere dei segnali che vengono registrati da un captatore (interno all'apparecchio stesso) che misura:

- la velocità del suono in superficie per individuare le alterazioni superficiali dei materiali,
- le misure radiate, non sempre possibili (in quanto registrate sulla superficie esterna e su quella interna), per verificare l'omogeneità dei materiali.

Gli elementi che compongono questa apparecchiatura sono una centralina di condizionamento del segnale munita di oscilloscopio e sonde piezoelettriche riceventi, trasmittenti e ricetrasmittenti. L'apparecchiatura avrà diverse caratteristiche a seconda del materiale da indagare (calcestruzzo, mattoni, elementi lapidei, metalli). Le frequenze di indagine comprese tra i 40 e i 200 Kh_z dovranno essere utilizzate per prove su materiali non metallici, mentre per i materiali metallici il range adottabile è compreso tra i 500 ed i 5000 Kh_z. L'apparecchiatura è comunemente autoalimentata e portatile;
12) il rilievo della luminosità che viene misurato con un luxmetro che verifica l'illuminazione dei vari oggetti, con un ultraviometro che misura la radiazione ultravioletta, con termometri e termografi per la misurazione della temperatura di colore - i dati rilevati vanno comparati a parametri standard che prevedono un'illuminazione max di 250-300 lux per pietre e metalli, 180 lux per legno e dipinti (il lux equivale all'illuminazione prodotta da una sorgente di 1 candela su una superficie ortogonale ai raggi ad una distanza di 1 metro), temperatura di colore 4.000 °K, umidità relativa 55-60%;
Oltre a quelle già descritte esistono delle tecniche di analisi che hanno caratteristiche distruttive di lieve entità e che si rendono necessarie per la valutazione di alcuni parametri:
13) analisi con i raggi X per l'identificazione della struttura di una sostanza cristallina individuandone i vari componenti. Il materiale viene irradiato con un isotopo radioattivo e l'energia assorbita viene rimessa sotto forma di raggi X caratteristici degli elementi chimici presenti nel materiale.
14) prove chimiche necessarie per stabilire la composizione della malta che viene analizzata con:

- dissoluzione del campione in acido cloridrico con concentrazioni e temperature variabili;
- quantità di gas carbonico nei componenti carbonati;
- dosaggio per perdita al fuoco dell'acqua di assorbimento;
- dosaggio sostanze organiche;

15) analisi spettrofotometriche per l'identificazione ed il dosaggio degli ioni presenti in una soluzione acquosa - campo del visibile (0,4-0,8 micron), ultravioletto (0,000136-0,4 micron) e infrarosso (0,8-400 µm);
16) microscopia ottica per l'analisi del colore, dei caratteri morfologici e delle caratteristiche specifiche di ciascuna sostanza;
17) microscopia elettronica per lo studio della distribuzione delle singole parti e dei prodotti di alterazione;
18) studio petrografico in sezione sottile per analizzare sezioni di materiale di spessore molto ridotto ed osservate al microscopio elettronico a scansione;
19) analisi conduttometriche per la valutazione della presenza di sali solubili in acqua nel campione esaminato senza stabilire il tipo di sale eventualmente presente.
Nei processi di analisi dei campioni sono richieste anche le seguenti prove fisiche e meccaniche:

- valutazione della porosità con porosimetri a mercurio e picnometri Beckman in grado di definire, conseguentemente, il livello di permeabilità all'acqua e quindi lo stato di degrado di un materiale;
- analisi granulometrica con setacci a maglie da 60 a 400 micrometri per la definizione della distribuzione del materiale e lo studio dei parametri conseguenti;
- capacità di imbibizione definita con il controllo del peso prima e dopo l'immersione dei vari campioni di materiali. La superficie viene cosparsa con tintura liquida che viene condotta verso le fessurazioni e verso le porosità superficiali. Viene applicato un rilevatore per individuare la presenza e l'ubicazione dei difetti;
- assorbimento per capillarità misurata su campioni posti a contatto con una superficie liquida;
- prove di compressione, taglio e trazione eseguite sui campioni di vari materiali per la definizione delle caratteristiche di ciascun elemento.

Nel secondo caso si utilizzeranno tecnologie di analisi dei materiali o degli elementi da sottoporre ad opere di demolizione ispezionando direttamente la morfologia muraria, servendosi di prove leggermente distruttive. A questa seconda categoria appartengono le seguenti tecnologie:

- martinetti piatti che misura lo stato di sollecitazione basandosi sullo stato tensionale in un punto della struttura; tale misura si ottiene introducendo un martinetto piatto in un taglio effettuato lungo un giunto di malta. A fine prova lo strumento può essere facilmente rimosso e il giunto eventualmente risarcito. Lo stato di sforzo può essere determinato grazie al rilassamento causato dal taglio perpendicolare alla superficie muraria; il rilascio, infatti, determina una parziale chiusura del taglio. La prova prosegue ponendo il martinetto piatto nell'apertura e aumentando la pressione in modo da riportare i lembi della fessura alla distanza originaria, misurata prima del taglio. La parte interessata dall'operazione può essere strumentata con estensimetri rimovibili. In tal modo è possibile misurare con precisione gli spostamenti prodotti dal taglio e dal martinetto durante la prova;
- sclerometro a pendolo consiste nel colpire la superficie del calcestruzzo con una massa guidata da una molla e la distanza di fine corsa viene espressa in valori di resistenza. In questo modo viene misurata la durezza superficiale;
- pull-off test consiste nell'applicare una sonda circolare d'acciaio alla superficie del calcestruzzo con della resina epossidica. Si applica poi una forza di trazione alla sonda aderente, fino alla rottura del calcestruzzo per trazione. La resistenza alla compressione può essere misurata tramite i grafici della calibratura;

- prove penetrometriche statiche si basano sulla misura dello sforzo necessario per far penetrare, a velocità uniforme, nel terreno, un'asta con cono terminale di area superficiale di 10 cm^2 e una conicità di 60°;
- prove penetrometriche dinamiche si basano sulla misura dei colpi necessari per infliggere per 10 cm. nel terreno una punta conica collegata alla superficie da una batteria di aste. Le misure devono essere eseguite senza soluzione di continuità a partire dal piano di campagna; ogni 10 cm di profondità si rileva il valore del numero di colpi necessari all'infissione. Norme standard europee definiscono le caratteristiche geometriche della punta, il peso e la corsa della massa battente: punta conica da 10 cm^2, maglio (peso della massa battente) da 30 kg. e altezza di caduta (corsa) di 20 cm.;
- vane test utilizzabile per la determinazione in sito della resistenza a taglio di terreni coerenti. La prova consiste nel misurare la coppia di torsione che si ottiene infiggendo ad una data profondità del terreno un'asta terminante con aletta e facendola ruotare; sulla superficie di rotazione si sviluppa una reazione che consente la determinazione della resistenza al taglio;
- incisione statica si serve di una sonda di penetrazione (a punta piccola) che viene spinta meccanicamente attraverso la superficie di un materiale, solitamente metallo, sotto un carico specifico; si misura la profondità dell'incisione e si può valutare la resistenza del materiale.

TITOLO I°
PRESCRIZIONI PER L'ESECUZIONE DI OPERE EDILI CLASSIFICATE SECONDO LE UNITÀ TECNOLOGICHE (UNI 8290)

5 - MODO DI ESECUZIONE DELLE OPERE E PRESCRIZIONI SPECIALI

Tutti i lavori occorrenti per dare ultimate le opere appaltate dovranno essere eseguiti secondo le migliori regole delle varie arti e in conformità alle prescrizioni che, in corso di esecuzione, saranno impartite solamente dalla Direzione dei Lavori, in modo che le opere stesse risultino perfette in ogni loro parte. L'Assuntore dovrà pertanto fornire maestranze adatte alla specialità dei lavori da compiere. Rimane stabilito che l'Impresa attuerà sempre a sue cure e spese tutte le provvidenze necessarie per prevenire danni sia alle persone che alle cose, nei limiti previsti dai D.L$_{gs}$ 81/08 e s.m.i. Dei lavori eseguiti non regolarmente, la Direzione dei Lavori avrà il diritto di ordinare, in qualsiasi tempo, la demolizione e ricostruzione senza compenso di sorta, rimanendole inoltre la facoltà di addebitare all'Appaltatore le maggiori spese derivanti dall'inesatta esecuzione degli ordini.

1 Opere provvisionali, attrezzature e protezione collettiva

1.1 – Ponteggi

Le opere provvisionali che costituiscono oneri di sicurezza indiretti o speciali, comprendono l'esecuzione di ponteggio metallico costituito da piano di lavoro/deposito, parapetto e struttura portante, impalcati realizzati in tavole di legno di sezione 30 x 5 cm. con relativo sottoponte, parapetti di 1,20 cm. di altezza, struttura in tubolari metallici giuntati con elementi di controventatura sia in pianta che sui laterali, posti ad un interasse di 2 ml., basette per la ripartizione del carico a terra, struttura portante a tubi e giunti, compresa di messa a terra, mantovane parasassi se necessarie; dovranno essere eseguiti in conformità delle vigenti disposizioni legislative.

1.2 – Puntelli/ponteggi di forza

La scelta del tipo di puntellazione da adottare sarà fatta dall'Impresa esecutrice secondo quanto stabilito dagli elaborati di progetto o ordinato dalla Direzione dei Lavori. Potranno essere costruite in legname, acciaio, lega di alluminio e in calcestruzzo di cemento armato, con travi unici o multipli allo scopo di assolvere funzioni di sostegno e di ritegno.
Dovranno essere previsti, ove necessario, sistemi di zavorre ed i necessari fissaggi/ancoraggi alle strutture esistenti ed al terreno.
Potranno essere inoltre adottate fasciature provvisorie con nastri in poliestere ad alta resistenza complete di tenditore a cricchetto; paraspigoli, eventuali elementi di ripartizione ed ogni altro onere.
In ogni caso il materiale utilizzato dovrà garantire una adeguata durabilità per l'intero intervallo previsto per la puntellazione con un minimo di anni 2, garantendo il mantenimento delle prestazioni meccaniche attese e l'assenza di fenomeni di ossidazione e/o corrosione in grado di innescare eventuali forme di degrado (es. macchie di ruggine, etc.) nel manufatto esistente. Verranno utilizzati preferibilmente sistemi modulari aventi portate ammissibili certificate.
Prima dell'inizio del montaggio, l'impresa dovrà presentare alla Direzione dei Lavori lo schema di montaggio dei puntelli corredato dalla certificazione delle portate ammissibili degli elementi costitutivi e della relazione di calcolo con analisi statica del sistema di puntellazione da parte di ingegnere abilitato. Lo sequenza di montaggio dovrà garantire in ogni sua fase la stabilità del manufatto e la sicurezza degli operatori.
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.
Per ripartire adeguatamente i carichi sul terreno dovrà essere prevista la rimozione degli strati superficiali (es. strato vegetale) fino a raggiungere un sottofondo compatto. La fondazione potrà essere realizzata con cordoli in c.a. integrate da riempimenti con materiale adeguatamente compattato (es. ghiaione, stabilizzato, misto cementato).
Tutte le puntellazioni saranno sottoposte da parte dell'Appaltatore ad analisi statica, con produzione di conseguente relazione di calcolo e disegni costruttivi con relativi particolari di ancoraggio da parte di ingegnere abilitato che dovrà essere fornita alla direzione dei lavori prima dell'arrivo in cantiere del materiale da porre in opera. Inoltre dovrà essere presentato il piano operativo di sicurezza per il montaggio ed il montaggio in condizioni di sicurezza.
Le puntellazioni dovranno essere dotate di opportuni dispositivi di regolazione (es. dispositivi a ghiera, vite o altro idoneo dispositivo) atti a permettere un regolare controllo/verifica del contatto con la struttura da sostenere ed a compensare eventuali cedimenti non previsti del piano di posa. La verifica dovrà avvenire con cadenza non superiore a 10 gg nel primo mese e successivamente con cadenza mensile o inferiore.
Particolare cura dovrà esse posta nella realizzazione degli appoggi e degli ancoraggi alle murature esistenti per evitare o comunque ridurre al minimo eventuali danneggiamenti prevedendo opportuni elementi di ripartizione dei carichi (es. interposizione di feltro e/o neoprene). Si intendono compresi eventuali sistemi attivi per il sollevamento di singole parti (es. martinetti idraulici opportunamente monitorati e controllati).
Si intende a carico dell'Appaltatore il montaggio; il mantenimento per la durata necessaria; l'eventuale allestimento della segnaletica necessaria a garanzia della pubblica incolumità; tutti i successivi adattamenti (con relative relazioni di calcolo e disegni strutturali) atti a rendere possibili le lavorazioni previste, la verifica della portanza dei punti di appoggio dei ponteggi; la completa rimozione al termine dei lavori; tutti gli accorgimenti atti a tutelare la sicurezza degli operai; il puntuale e scrupoloso rispetto delle normative vigenti in materia antinfortunistica nei cantieri edili ed ogni altro onere atto a dare l'opera finita a regola d'arte e a garantirne l'efficienza per tutta la durata del cantiere.
Particolare cura dovrà essere posta durante lo smontaggio delle puntellazioni. Le operazioni di disarmo dovranno avvenire, secondo una apposita sequenza predisposta dall'impresa, in modo graduale (agendo in generale sui dispositivi a vite) ed uniforme evitando nel modo più assoluto l'insorgere di effetti dinamici, di vibrazioni e di distribuzioni non uniformi delle tensioni. Durante lo smontaggio la struttura dovrà essere monitorata e tenuta sotto continuo controllo per valutare eventuali effetti anomali.

1.3 - Impianto del cantiere

L'appaltatore dovrà provvedere all'impianto del cantiere non oltre il termine di 30 (trenta) giorni dalla data del verbale di consegna dei lavori.

1.4 - Vigilanza del cantiere

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la vigilanza e guardia sia diurna che notturna del cantiere, nel rispetto dei provvedimenti antimafia, e la custodia di tutti i materiali, impianti e mezzi d'opera esistenti nello stesso (siano essi di pertinenza dell'appaltatore, del committente o di altre ditte) nonché delle opere eseguite o in corso di esecuzione.
Ai sensi dell'art. 22 della legge 13 settembre 1982 n. 646, la custodia dei cantieri installati per la realizzazione di opere pubbliche deve essere affidata a persone provviste della qualifica di guardia particolare giurata.
In caso di inosservanza, si incorrerà nelle sanzioni previste dal comma 2 del citato art. 22 della legge n. 646/1982 e s.m.i..
Tale vigilanza si intende estesa anche al periodo intercorrente tra l'ultimazione e il collaudo provvisorio dei lavori, salvo l'anticipata consegna delle opere alla stazione appaltante e per le sole opere consegnate.

Sono altresì a carico dell'appaltatore gli oneri per la vigilanza e guardia del cantiere nei periodi di sospensione dei lavori, purché non eccedenti un quarto della durata complessiva prevista per l'esecuzione dei lavori stessi e comunque quando non superino sei mesi complessivi.
Fermo restando l'obbligo della vigilanza nei periodi eccedenti i termini fissati in precedenza, ne verranno riconosciuti i maggiori oneri, sempre che l'appaltatore non richieda e ottenga di essere sciolto dal contratto.

1.5 – Steccati
A delimitazione delle zone di lavoro od a rischio, in genere si impiegheranno steccati in legno costituiti da robusti montanti opportunamente ancorati e da traversi di collegamento e chiusura. A protezione dagli agenti fisici quali polveri, fibre e rumore, si impiegheranno chiusure in fogli plastificati opportunamente fissate agli steccati. Tutti gli steccati dovranno essere chiaramente segnalati con opportuni cartelli.

1.6 - Cassetta di pronto soccorso
La cassetta di pronto soccorso dovrà essere tenuta in cantiere per tutta la durata dei lavori. La collocazione dei servizi di primo soccorso deve essere resa nota ai lavoratori e segnalata in modo visibile con appositi cartelli.

1.7 - Riunioni informative
Dovranno essere indette riunioni informative nel numero e secondo le modalità definite dal P.S.C. e richieste dal Responsabile della Sicurezza, alla quale dovranno partecipare i soggetti interessati.

1.8 – Estintori
Per tutta la durata dei lavori dovrà essere sempre garantita la presenza di almeno due estintori portatili a polvere di tipo A, B, C con carica nominale di 6 kg., di tipo omologato.

1.9 - Segnali di pericolo
Per tutta la durata dei lavori, dove richiesto dalle normative e/o dal piano di sicurezza dovranno essere applicati idonei cartelli di sicurezza, prevenzione, antincendio ed igiene, conformemente al D.P.R. 524 dell'8 agosto 1982 e dal D.L$_{gs}$ 81 del 9 aprile 2008 e s.m.i. I cartelli dovranno essere conformi alle normative dell'UNI vigenti per quanto attiene colore, forme geometriche, dimensioni e simboli.

1.10 - Locale ufficio di Direzione dei Lavori
Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per la fornitura di locali uso ufficio (in muratura o prefabbricati) idoneamente rifiniti e forniti dei servizi necessari alla permanenza e al lavoro di ufficio della direzione dei lavori.
Tale ufficio deve essere adeguatamente protetto da dispositivi di allarme e antintrusione, climatizzato, nonché dotato di strumenti (fax, fotocopiatrice, computer, software, etc.).
I locali saranno realizzati nel cantiere o in luogo prossimo, stabilito o accettato dalla direzione dei lavori, la quale disporrà anche il numero degli stessi e le attrezzature di dotazione.
Il locale deve essere idoneamente allacciato alle normali utenze (luce, acqua, fognatura, telefono).

1.11 - Impianto di terra del cantiere
Riguarda l'impianto per la messa a terra del ponteggio. I collegamenti a terra dovranno essere realizzati in misura di uno ogni 25 metri di sviluppo lineare. I conduttori di terra non dovranno avere sezione inferiore a 35 mm^2. I dispersori saranno costituiti da tubi o puntazze a croce in acciaio o rame di almeno 1,00 ml. di lunghezza.

2 Bonifica da ordigni bellici

2.1 Definizione e normative
Con la dicitura "Bonifica da Ordigni Bellici" si intendono tutte le attività finalizzate alla ricerca, disinnesco e/o rimozione di ordigni bellici di qualsiasi natura dalle aree interessate dai lavori oggetto del presente Capitolato.
Per ordigni bellici, indipendentemente dalla terminologia utilizzata nel seguito ed in ogni altro documento contrattuale o progettuale, si intendono: mine, bombe, proiettili, ordigni esplosivi, masse ferrose e residuati bellici di qualsiasi natura. I lavori di bonifica dovranno essere eseguiti nel rispetto delle leggi dello Stato e dei regolamenti militari vigenti, e di quanto prescritto dal presente Capitolato.
Nel caso di conflitto, le prescrizioni e le disposizioni che l'amministrazione Militare competente per territori, riterrà opportuno impartire circa l'esecuzione dei lavori di bonifica, prevarranno su quelle del presente Capitolato.

2.2 Prescrizioni tecniche
Su tutte le superfici in cui si prevede la realizzazione di scavi o la realizzazione di nuove fondazioni verrà eseguita la bonifica da ordigni bellici prima della realizzazione di tali opere. I lavori di bonifica dovranno essere eseguiti da un'Impresa Specializzata **Bonifica Campi Minati** (B.C.M.) osservando le norme prescritte dal "Capitolato Speciale B.C.M." del Ministero della Difesa Ed. 1984 e seguendo tutte le prescrizioni dettate dalla Direzione Genio Militare competente dopo aver ricevuto la relativa autorizzazione. A cura e spese dell'Impresa Specializzata B.C.M. dovranno essere messe in atto ed osservate tutte le prescrizioni relative alla migliore esecuzione della bonifica affidatagli, alla prevenzione degli infortuni ed alla tutela dell'incolumità pubblica e privata. Prima dell'inizio dei lavori di bonifica da ordigni residuati bellici inesplosi sarà cura della ditta specializzata B.C.M. e dell'Impresa che ha avuto in appalto i lavori edili, richiedere in proprio tutte le autorizzazioni comunali, ambientali, archeologiche, etc.) necessarie per lo svolgimento del lavoro stesso. L'Impresa Specializzata B.C.M. dovrà:

- notificare l'inizio dei lavori con congruo anticipo;
- comunicare i vari stati di avanzamento dei lavori relativi all'attività di ricerca onde consentirne tempestivi controlli di competenza;
- trasmettere, prima dell'inizio dei lavori, l'elenco di tutto il personale brevettato e non, che sarà impiegato nei lavori stessi indicando le generalità ed il domicilio di ciascuno e, per gli specializzati B.C.M., il numero e data di scadenza dei relativi brevetti, nonché copia fotostatica del brevetto stesso;
- segnalare tempestivamente assunzioni, licenziamenti, trasferimenti e ogni altra variazione riferita al personale;
- comunicare sollecitamente il rinvenimento di tutti gli ordigni esplosivi, di qualsiasi genere e natura (anche alla stazione dei Carabinieri competente territorialmente);
- curare la tenuta del diario dei lavori;
- curare la tenuta dei registri del personale, degli attrezzi e degli ordigni;
- specificare sul diario dei lavori il tipo di apparato rilevatore usato e le modalità di impiego usate;
- mettere, a sue spese, a disposizione della Direzione Genio Militare (DGM), autovettura con relativo autista per sopralluoghi al cantiere, limitatamente alla durata del lavoro e con esclusivo riguardo allo specifico lavoro, ogni volta che se ne ravvisi la necessità. Successivamente alla conclusione dello specifico lavoro la l'Impresa Specializzata si obbliga altresì a fornire autovettura e conducente per le operazioni successive a carico della DGM finalizzate al rilascio del verbale di constatazione.

Durante l'esecuzione dei lavori la DGM ha la più ampia facoltà di vigilanza e controllo. A tal fine, i soggetti incaricati potranno, tra l'altro, assistere ai lavori, effettuare controlli, richiedere l'effettuazione di prove, il tutto a carico della Ditta B.C.M. La vigilanza comunque effettuata dalla DGM non esclude o riduce la responsabilità della Ditta specializzata B.C.M. per la regolare esecuzione dei lavori di bonifica e quella per

danni, diretti o indiretti, comunque causati. Alla fine dei lavori di bonifica l'Impresa specializzata B.C.M. dovrà rilasciare in duplice copia in bollo dichiarazione di garanzia e responsabilità allegando le planimetrie da cui risultino evidenziate e quantificate le aree bonificate, mediante colorazioni diverse secondo gli articoli di bonifica applicati all'esecuzione dei lavori. Tale dichiarazione dovrà pervenire entro e non oltre 20 giorni dalla data di compimento dei lavori cui afferisce e dovrà accompagnare la richiesta di verbale di constatazione.
Le aree soggette a bonifica non possono essere utilizzate finché la DGM abbia provveduto ad effettuare i necessari accertamenti per il rilascio del verbale di constatazione. Detti accertamenti consisteranno, tra l'altro, nel rifacimento in tutto o in parte delle operazioni di bonifica già effettuate dall'Impresa B.C.M. su tratti di zone bonificate, a giudizio della DGM per una superficie non minore del 2 % (due per cento) della superficie totale bonificata. Qualora durante i sopralluoghi dovessero risultare già eseguite delle opere edili sul terreno da bonificare, la DGM non rilascerà il verbale di constatazione relativo all'area interessata e alle opere eseguite.
Il verbale di constatazione rilasciato dalla DGM non responsabilizza comunque la stessa, anche se, sulle aree bonificate, venissero successivamente rinvenuti ordigni esplosivi. L'Impresa B.C.M., qualora ne fosse provata la negligenza nell'esecuzione della bonifica, sarà tenuta a rifare la bonifica a proprie spese sulle aree non ancora interessate dai lavori edili.

2.3 Bonifica superficiale con garanzia fino a -1,00 ml. dal p.c.
La bonifica consisterà nella ricerca, localizzazione ed eliminazione di tutte le masse metalliche e di tutti gli ordigni, mine ed altri manufatti bellici esistenti fino a 1,00 ml. di profondità dal piano esplorato. La zona da bonificare dovrà essere suddivisa in campi e successivamente in "strisce" come esplicato al punto D delle "Prescrizioni generali del Capitolato d'Appalto B.C.M. ed. 1984".
La bonifica dovrà comprendere:

- l'esplorazione per strisce successive, di tutta l'area interessata, con apposito apparato rilevatore di profondità;
- lo scoprimento, l'esame e la rimozione di tutti i corpi e gli ordigni segnalati dall'apparato, comunque esistenti fino alla profondità di 1,00 ml. nelle aree esplorate, conformemente alle norme esplicate al punto F delle "Prescrizioni Generali" del succitato Capitolato.

2.4 Bonifica su fondo scavo con garanzia a -1,00 ml.
Valgono le stesse precisazioni e specifiche relative al punto precedente.

2.5 Bonifica profonda a mezzo di trivellazioni
La bonifica consisterà nella ricerca, individuazione, localizzazione ed eliminazione di ordigni o masse ferrose interrate a profondità superiore a 1,00 ml. dal piano campagna. La zona da sottoporre a trivellazioni dovrà essere preventivamente bonificata fino a 1,00 ml. di profondità e remunerata, a parte, con specifico articolo di lavoro. Dopo aver effettuato la suddetta bonifica, la zona dovrà essere suddivisa in quadrati aventi lato di 2,80 ml.; al centro di ciascun quadro, a mezzo di trivella non a percussione, verrà praticato un foro capace di contenere la sonda dell'apparato rilevatore. Detta perforazione si eseguirà inizialmente per una profondità di 1,00 ml., corrispondente alla quota garantita con la bonifica preventivamente eseguita; quindi, nel foro, già praticato e fino al fondo di questo, si introdurrà la sonda dell'apparato rilevatore che, predisposto ad una maggiore sensibilità radiale, sarà capace di garantire la rilevazione di masse ferrose interrate entro un raggio di 2,00 ml. Ciò premesso, per ricerche a maggiori profondità, si procederà con trivellazioni progressive di 2,00 ml. per volta, operando poi con la sonda dell'apparato rilevatore come in precedenza descritto. I vari quadrati, in cui è stata suddivisa la zona da bonificare, dovranno essere preventivamente numerati. Così, come per i "campi", anche per ogni quadrato dovrà trascriversi sul giornale dei lavori le operazioni di trivellazione e l'esito dei progressivi sondaggi; la Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di controllore materialmente gli esiti dei sondaggi trascritti sul giornale dei lavori, ciò senza che all'Impresa sia dovuto alcun compenso.
Si precisa che il prezzo unitario del presente articolo è riferito ai soli metri di effettiva trivellazione e verifica eseguita, a partire dal piano campagna.

3 Rilievi e tracciamenti - Diserbamento e scoticamento

3.1 - Rilievi planimetrici
L'esecuzione dei lavori deve essere preceduta dal rilievo planimetrico dello stato di fatto da parte e a spese dell'esecutore e in contraddittorio con la Direzione dei Lavori.
Il rilievo è necessario per la quantificazione delle opere di scavo a sezione obbligata o di sbancamento e di movimento terra in generale.

3.2 - Capisaldi di livellazione
Unitamente agli occorrenti disegni di progetto esecutivo, in sede di consegna sarà fornito all'appaltatore l'elenco dei capisaldi di livellazione a cui si dovrà riferire nell'esecuzione dei lavori. La verifica di tali capisaldi dovrà essere effettuata con tempestività, in modo che non oltre sette giorni dalla consegna possano essere segnalate alla direzione dei lavori eventuali difformità riscontrate.
L'appaltatore è responsabile della conservazione dei capisaldi che non può rimuovere senza preventiva autorizzazione del direttore dei lavori
Per tutte le operazioni di livellazione, limitatamente a quanto non indicato espressamente nel presente capitolato, vige l'obbligo di riferirsi al testo intitolato Guida alla progettazione e all'esecuzione delle livellazioni geometriche della Commissione geodetica italiana (IGM, 1974), che viene a far parte del presente capitolato speciale d'appalto.
Il percorso della livellazione dovrà sempre consentire il controllo delle misure. Se la livellazione ha come scopo la determinazione di quote, la linea da istituire dovrà essere collegata a uno o più capisaldi preesistenti. In tal caso dovrà essere verificato che i dislivelli sui tratti contigui al caposaldo considerato siano rimasti invariati. La scelta del caposaldo da utilizzarsi deve essere comunque autorizzata dalla Direzione dei Lavori. La fase di segnalizzazione dei capisaldi e quella di misura devono essere separate da un adeguato intervallo di tempo, per consentire ai capisaldi di assumere un assetto stabile.

3.3 – Tracciamenti
Prima di porre mano ai lavori l'Impresa dovrà eseguire idonei capisaldi di riferimento, la picchettazione completa del lavoro in modo che risultino indicati l'asse e i limiti degli scavi. A tempo opportuno dovrà porre nei tratti che saranno indicati dalla Direzione dei Lavori le modine necessarie a determinare con precisione l'andamento tanto degli scavi che dei rilevati, curandone poi la conservazione e rimettendo quelle manomesse durante l'esecuzione dei lavori. Per le opere stradali e fognarie, l'appaltatore dovrà procedere al tracciamento di esse con l'obbligo della apposizione e conservazione dei picchetti, ed eventualmente, delle modine, come per i lavori in terra. Qualora dal tracciamento risultassero scavi o rilevati in quantità eccedenti le previsioni progettuali, l'Appaltatore dovrà tempestivamente avvisare la Direzione dei Lavori affinché siano introdotte le necessarie variazioni e non si abbiano successivamente eccedenze che potranno non essere contabilizzate, e che comunque non saranno, se non denunciate in fase di tracciamento, considerate variazioni ed addizioni al progetto approvato agli effetti dell'applicazione dell'art. 134 del Regolamento (D.P.R. n. 207 del 5 ottobre 2010).

3.4 - Diserbamento e scoticamento
Il diserbamento consiste nella rimozione ed asportazione di erbe, radici, cespugli, piante e alberi, mentre lo scoticamento consiste nella rimozione ed asportazione del terreno vegetale, di qualsiasi consistenza e con qualunque contenuto d'acqua. Nella esecuzione dei lavori l'Impresa dovrà attenersi a quanto segue:
il diserbamento e lo scoticamento del terreno dovranno sempre essere eseguiti prima di effettuare qualsiasi lavoro di scavo o rilevato;

tutto il materiale vegetale, inclusi ceppi e radici, dovrà essere completamente rimosso, alterando il meno possibile la consistenza originaria del terreno in sito. Il materiale vegetale scavato, se riconosciuto idoneo dalla Direzione dei Lavori, previo ordine di servizio, potrà essere utilizzato per il rivestimento delle scarpate; diversamente il materiale scavato dovrà essere trasportato a discarica. Rimane comunque categoricamente vietata la posa in opera di tale materiale per la costruzione dei rilevati.
La larghezza dello scoticamento ha l'estensione dell'intera area di appoggio e potrà essere continua od opportunamente gradonata secondo i profili e le indicazioni che saranno date dalla Direzione dei Lavori in relazione alle pendenze dei siti di impianto. Lo scoticamento sarà stabilito di norma alla quota di 20 cm. al di sotto del piano campagna e sarà ottenuto praticando i necessari scavi di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti di impianto preventivamente accertate anche con l'ausilio di prove di portanza.

3 Demolizioni in genere

3.1 - Interventi preliminari
L'appaltatore deve assicurarsi prima dell'inizio delle demolizioni dell'interruzione di approvvigionamenti idrici, gas e allacci di fognature nonché dell'accertamento e successiva eliminazione di elementi in amianto, in conformità alle prescrizioni del D.M. 6 settembre 1994 recante normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto. Ai fini pratici, i materiali contenenti amianto presenti negli edifici possono essere divisi in tre grandi categorie:

- materiali che rivestono superfici applicati a spruzzo o a cazzuola;
- rivestimenti isolanti di tubi e caldaie;
- una miscellanea di altri materiali comprendente, in particolare, pannelli ad alta densità (cemento-amianto), pannelli a bassa densità (cartoni) e prodotti tessili. I materiali in cemento-amianto, soprattutto sotto forma di lastre di copertura, sono quelli maggiormente diffusi.

3.2 - Demolizioni in genere, puntelli ed opere di presidio
Le demolizioni in genere, sia in rottura che parziali o complete, dovranno essere eseguite con ordine, in modo da non danneggiare le residue murature, e con le necessarie precauzioni tali da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti ai lavori e da evitare incomodi o disturbo. Rimane perciò vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece dovranno essere trasportati o guidati in basso, salvo che vengano adottate opportune cautele per evitare danni ed escludere qualunque pericolo. Per evitare crolli improvvisi ed assicurare l'integrità fisica degli addetti, devono essere eseguiti puntellamenti, rafforzamenti ed opere simili. Gli organi strutturali provvisori vengono di solito realizzati in legname o in tubi di ferro e più raramente in muratura o c.a. Essi constano di una estremità che deve essere vincolata alla struttura da presidiare, denominata testa, e di un'altra, detta piede, ancorata ad una base d'appoggio interna o esterna alla struttura. I vincoli della testa dipendono dall'azione localizzata che hanno sulla struttura: una superficie poco compatta ed affidabile o la presenza di parti pregiate costringono a trovare artifizi o soluzioni alternative. La base su cui poggia il piede può essere costituita da elementi dello stesso materiale dei puntelli o, se collocata sul terreno, da plinti fondali, o pali di fondazione. Le strutture di presidio, se devono svolgere un'azione di sostegno (strutture orizzontali), sono costituite da ritti verticali posti a contrasto con la struttura singolarmente, in coppia o in gruppo e da traversi che contrastano l'eventuale slittamento dei ritti. Se invece devono presidiare la struttura contro movimenti di rotazione o traslazione (strutture verticali), sono costituiti da assi inclinati. In questo caso si può operare una distinzione fra:

- puntellatura di contenimento: si tratta di puntelli (di solito lignei) incassati nella muratura, messi in opera con cunei e poggianti a terra su una platea di tavolati normali fra loro;
- puntellatura di contenimento e sostegno: si tratta di coppie di travi lignee e collegate fra loro ad intervalli per eliminare tensioni da carico di punta.

I sistemi di puntellamento delle volte e degli archi variano secondo il tipo di struttura e di dissesto; il sistema generalmente utilizzato è quello delle centine. Durante i lavori di demolizione si deve provvedere a ridurre il sollevamento della polvere, irrorando con acqua le murature ed i materiali di risulta. La demolizione dei muri deve essere fatta servendosi di ponti di servizio indipendenti dall'opera in demolizione.
Gli obblighi di cui sopra non sussistono quando si tratta di muri di altezza inferiore ai cinque metri; in tali casi e per altezze da due a cinque metri si deve fare uso di cinture di sicurezza. Inoltre, salvo l'osservanza delle leggi e dei regolamenti speciali e locali, la demolizione di parti di strutture aventi altezza sul terreno non superiore a 5 metri può essere effettuata mediante rovesciamento per trazione o per spinta. La trazione o la spinta deve essere esercitata in modo graduale e senza strappi e deve essere eseguita soltanto su elementi di struttura opportunamente isolati dal resto del fabbricato in demolizione in modo da non determinare crolli intempestivi o non previsti da altre parti.
Devono inoltre essere adottate le precauzioni necessarie per la sicurezza del lavoro quali: trazione da distanza non minore di una volta e mezzo l'altezza del muro o della struttura da abbattere e allontanamento degli operai dalla zona interessata. Si può procedere allo scalzamento dell'opera da abbattere per facilitarne la caduta soltanto quando essa sia stata adeguatamente puntellata; la successiva rimozione dei puntelli deve essere eseguita a distanza a mezzo di funi. Il rovesciamento per spinta può essere effettuato con martinetti solo per opere di altezza non superiore a 3 metri, con l'ausilio di puntelli sussidiari contro il ritorno degli elementi smossi.
Deve essere evitato in ogni caso che per lo scuotimento del terreno in seguito alla caduta delle strutture o di grossi blocchi possano derivare danni o lesioni agli edifici vicini o ad opere adiacenti pericolosi ai lavoratori addetti. Nella zona sottostante la demolizione deve essere vietata la sosta ed il transito, delimitando la zona stessa con appositi sbarramenti. L'accesso allo sbocco dei canali di scarico per il caricamento ed il trasporto del materiale accumulato deve essere consentito soltanto dopo che sia stato sospeso lo scarico dall'alto.
Tutti i materiali riutilizzabili, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, devono essere opportunamente scalcinati, puliti, custoditi, trasportati ed ordinati nei luoghi di deposito che verranno indicati dalla Direzione stessa usando cautele per non danneggiarli sia nello scalcinamento, sia nel trasporto, sia nel loro arresto e per evitare la dispersione. Detti materiali restano tutti di proprietà dell'Amministrazione appaltante, la quale potrà ordinare all'Impresa di impiegarli in tutto o in parte nei lavori appaltati. I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono sempre essere trasportati dall'Impresa fuori del cantiere nei punti indicati od alle pubbliche discariche, con tutti gli oneri connessi. Nel preventivare l'opera di demolizione e nel descrivere le disposizioni di smontaggio e demolizione delle parti d'opera, l'Appaltatore dovrà sottoscrivere di aver preso visione dello stato di fatto delle opere da eseguire e della natura dei manufatti.
Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Qualora, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno, pure a cura e a spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso, ricostruite e messe in ripristino le parti indebitamente demolite. I materiali inutilizzabili provenienti dalle demolizioni dovranno essere sempre, e al più presto, trasportati, a cura e spese dell'Appaltatore, a rifiuto alle discariche autorizzate poste a qualsiasi distanza, con oneri di smaltimento a carico dell'Appaltatore, e, comunque, fuori la sede dei lavori con le norme o cautele disposte per gli analoghi carichi in rifiuto di materie.

3.3 - Demolizione di murature e tramezzature, tagli a sezione obbligata, tracce
La demolizione delle murature di qualsiasi genere esse siano, dovrà essere eseguita, oltre che con le modalità di esecuzione generali di cui sopra, anche con la pulizia finale delle teste di muro restanti sia per un'eventuale ripresa che per la finitura ad intonaco. Qualora i tagli a sezione obbligata o le demolizioni di sezioni murarie portanti, richiedano la posa in opera di architravi in profilati di acciaio o prefabbricati, si

dovranno eseguire le idonee sedi di appoggio, procedendo con cautela e con opportuni accorgimenti onde evitare danni alle strutture rimanenti.

3.4 - Demolizione di intonaci
La demolizione degli intonaci interni od esterni, dovrà essere eseguita asportando accuratamente mediante spicconatura, dalla superficie ammalorata, tutto l'intonaco fino ad arrivare alla parte superficiale e fino a quando si presenti un'adeguata consistenza. Nel caso in cui si incontrino dei particolari decorativi da rifare, vanno sempre eseguiti dei calchi e dei rilievi prima della demolizione.

3.5 - Demolizione di controsoffittature
La demolizione dei controsoffitti dovrà essere realizzata approntando ponti di lavori di protezione e le necessarie puntellature per evitare la caduta di grosse superfici e procedendo con ordine si dovranno rimuovere tutte le eventuali travature, cornici, guide, profilati, etc., effettuando sempre immediatamente lo scarico a piè d'opera dei materiale di risulta per evitare pericolosi accumuli.

3.6 - Demolizione e rimozione dei pavimenti e rivestimenti e di lastre in pietra o marmo
La rimozione dovrà essere limitata al solo pavimento, rivestimento od elemento lapideo ed alla malta di allettamento. Il restante sottofondo sarà spianato accuratamente eliminando qualsiasi irregolarità. Bisognerà inoltre prestare molta attenzione agli impianti posti sotto il pavimento e si dovrà curarne il ripristino nel caso di rottura causata durante le demolizioni. Il prezzo della rimozione dei pavimenti o dei rivestimenti in marmo, granito, ceramica, ecc. là dove indicato, sarà sempre comprensivo degli oneri necessari all'applicazione di tutte le cautele e le lavorazioni finalizzate al recupero per un successivo reimpiego del materiale.

3.7 - Demolizione di caldane e sottofondi
In genere si dovranno demolire le caldane ed i sottofondi di pavimento quando esplicitamente previsto per la posa di reti impiantistiche, interventi estradossali dei solai o per risanamenti. I materiali risultanti dovranno essere allontanati dal cantiere e trasportati a discarica.

3.8 - Rimozione di impianto idro-sanitario e di riscaldamento
La rimozione degli impianti idrici e di riscaldamento dovrà essere eseguita con la massima cura per il recupero degli apparecchi utilizzabili, per la eventuale conservazione delle tubazioni, se richiesto, con eventuali ripristini e la protezione degli attacchi relativi. Dovranno altresì essere rimossi tutti gli elementi provvisionali metallici di fissaggio di tubazioni, apparecchi, valvole, etc.

3.9 - Rimozione di infissi e vetri
La rimozione degli infissi dovrà avvenire limitando al minimo gli interventi sulle sezioni murarie per l'eliminazione di zanche, controtelai, elementi di fissaggio, etc., e permettere la posa di nuovi serramenti provvedendo a riquadrare, se il caso le murature, a riposizionare i nuovi controtelai e quanto necessario alla corretta esecuzione del lavoro, nessuna opera esclusa. Nel caso di rimozione di serramenti con vetri, questi dovranno essere accuratamente rimossi, separati ed ordinatamente accatastati per il successivo allontanamento dal cantiere. Nel caso di rimozione di soli vetri, si dovrà curare la pulizia delle battute e delle cornici di fissaggio.

3.10 - Perforazioni mediante carotaggi
La perforazione delle murature in mattoni e/o pietrame, verrà eseguita mediante carotatrice ad acqua, dotata di corona rotante al carburo di tungsteno. Il diametro medio delle perforazioni sarà compreso, secondo le necessità specifiche, tra ø 100 e ø 200 mm., e verrà realizzato per il passaggio di tubazioni idriche antincendio e per la ventilazione dei vespai dove previsti. In questo caso, il foro risultante dovrà essere perfettamente rifinito e protetto mediante griglia di transito in lamiera di acciaio inox, compresa nel costo della perforazione, mentre per il passaggio delle tubazioni verrà sigillato perfettamente con malta di cemento antiritiro.

3.11 - Idrodemolizioni
La idrodemolizione di strati di conglomerato cementizio su strutture di ponti e viadotti dovrà essere effettuata con l'impiego di idonee attrezzature atte ad assicurare getti d'acqua a pressione modulabile fino a 1500 bar (150 MP_a), con portate fino a 300 l/min., regolabili per quanto attiene la velocità operativa. Gli interventi dovranno risultare selettivi ed asportare gli strati di conglomerato degradati senza intaccare quelli aventi resistenza uguale o superiore alla minima indicata in progetto. L'Impresa dovrà provvedere all'approvvigionamento dell'acqua occorrente per la demolizione del materiale e la pulizia della superficie risultante. Le attrezzature impiegate dovranno essere sottoposte alla preventiva approvazione della Direzione dei Lavori; dovranno essere dotate di sistemi automatici di comando e controllo a distanza, nonché di idonei sistemi di sicurezza contro la proiezione del materiale demolito, dovendo operare anche in presenza di traffico. Dovranno rispondere inoltre alle vigenti norme di Legge in materia di prevenzione infortuni ed igiene del lavoro ($D.L_{gs}$ 626/94, $D.L_{gs}$ 81/08, etc.) alle quali l'Impresa dovrà uniformarsi in sede operativa.

3.12 - Allontanamento e /o deposito delle materie di risulta
Il materiale di risulta ritenuto inutilizzabile dal Direttore dei Lavori per la formazione di rilevati o rinterri deve essere allontanato dall'appaltatore, con ogni onere a suo carico, dal cantiere per essere portato a rifiuto presso pubblica discarica o altra discarica autorizzata. Diversamente, l'appaltatore potrà trasportare a sue spese il materiale di risulta presso proprie aree.
Il materiale proveniente dagli scavi che dovrà essere riutilizzato dovrà essere depositato entro l'ambito del cantiere o sulle aree precedentemente indicate ovvero in zone tali da non costituire intralcio al movimento di uomini e mezzi durante l'esecuzione dei lavori.

3.13 - Proprietà degli oggetti ritrovati
La stazione appaltante, salvi i diritti che spettano allo Stato a termini di legge, si riserva la proprietà degli oggetti di valore e di quelli che interessano la scienza, la storia, l'arte, l'archeologia o l'etnologia, compresi i relativi frammenti, che si rinvengano nei fondi occupati per l'esecuzione dei lavori e per i rispettivi cantieri e nella sede dei lavori stessi. L'appaltatore dovrà pertanto consegnarli alla stazione appaltante che gli rimborserà le spese incontrate per la loro conservazione e per le speciali operazioni espressamente ordinate al fine di assicurarne l'incolumità e il diligente recupero. Qualora l'appaltatore nell'esecuzione dei lavori scopra ruderi monumentali, deve darne subito notizia al Direttore dei Lavori e non può demolirli né alterarli in qualsiasi modo senza il preventivo permesso del direttore stesso.
L'appaltatore deve denunciare immediatamente alle forze di pubblica sicurezza il rinvenimento di sepolcri, tombe, cadaveri e scheletri umani, ancorché attinenti pratiche funerarie antiche, nonché il rinvenimento di cose, consacrate o meno, che formino o abbiano formato oggetto di culto religioso o siano destinate all'esercizio del culto o formino oggetto della pietà verso i defunti. L'appaltatore dovrà altresì darne immediata comunicazione al direttore dei lavori che potrà ordinare adeguate azioni per una temporanea e migliore conservazione, segnalando eventuali danneggiamenti all'autorità giudiziaria.

4 Scavi e reinterri

4.1- Ricognizione
L'appaltatore prima di eseguire gli scavi o gli sbancamenti previsti deve verificare la presenza di eventuali scavi precedenti, tubazioni di acqua, gas e fognature, cavi elettrici e telefonici, cavità sotterranee, etc. eventualmente non indicati (o indicati erroneamente) negli elaborati progettuali esecutivi, in modo da potere impiegare i mezzi idonei per l'esecuzione dei lavori in appalto.

4.2 - Smacchiamento dell'area

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per lo smacchiamento generale della zona interessata dai lavori, ivi incluso il taglio di alberi, di siepi e l'estirpazione di eventuali ceppaie. La terra vegetale eventualmente asportata per la profondità preventivamente concordata con la direzione dei lavori non dovrà essere mescolata con il terreno sottostante. La terra vegetale deve essere accumulata in cantiere nelle aree indicate dalla Direzione dei Lavori.

4.3 - Scavi e sbancamenti in genere

Gli scavi occorrenti per la preparazione del terreno saranno eseguiti in conformità a quanto previsto in progetto, salvo le eventuali varianti che dovesse disporre la Direzione dei Lavori. Gli scavi, delle dimensioni prescritte e con il fondo all'esatta quota indicata dai profili longitudinali di progetto, dovranno essere effettuati con mezzi idonei, adottando tutti gli eventuali provvedimenti necessari per il sostegno delle pareti, onde evitarne il franamento. Il materiale di scavo dovrà essere accumulato su luoghi scelti dall'Appaltatore, o all'interno del cantiere ma ad una distanza sufficiente per consentire il passaggio del personale addetto ai lavori. La natura del fondo scavo o, più in generale, del terreno dovrà avere resistenza uniforme e tale da escludere ogni possibilità di cedimenti differenziali da un punto all'altro; l'Appaltatore dovrà consegnarli al giusto piano prescritto, con scarpate regolari, con cigli ben profilati, eseguendo a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino al collaudo gli eventuali tagli, riprese e sistemazioni di scarpate, e tutte le opere necessarie in corso di lavoro per garantire lo scolo delle acque sia naturali che piovane al fine di evitare il danneggiamento di proprietà private e pubbliche. A lavori ultimati, si dovranno ripulire le zone attorno agli scavi e, se necessario, ricaricarle con materiale idoneo; tutti gli oneri sopraddetti si intendono a carico dell'Impresa e ben compensati con il prezzo unitario di scavo. Le materie provenienti dagli scavi non utilizzabili o non ritenute idonee, a giudizio della Direzione dei Lavori, per la formazione di rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto, fuori dal cantiere, depositandole su aree o su discariche autorizzate che l'Appaltatore deve provvedere a sue cure e spese, salvo che la Direzione dei Lavori non disponga per il trasporto di detto materiale in luoghi entro il territorio comunale. Ciò vale in particolare per il terreno vegetale che dovrà essere separato dal materiale magro non coltivabile e trasportato, senza alcun indennizzo, in zone messe a disposizione dall'Amministrazione. Parimenti le cave di prestito, da aprire a totale cura e spese dell'Appaltatore, al quale sarà corrisposto il solo prezzo unitario di elenco per le materie scavate di tale provenienza, debbono essere coltivate in modo che, tanto durante l'esecuzione degli scavi quanto a scavo ultimato, sia provveduto al loro regolare e completo scolo e restino impediti ristagni di acque ed impaludamenti.

Restano infine a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri derivanti dall'estirpazione di piante di qualsiasi tipo, cespugli, canne, ceppaie, radici, etc., nell'area interessata dai lavori; i materiali legnosi provenienti da tali abbattimenti dovranno essere debitamente accatastati e rimarranno a disposizione della stazione appaltante. Nell'esecuzione degli scavi in roccia con uso di mine l'Appaltatore dovrà osservare tutte le prescrizioni delle leggi e regolamenti in vigore.

4.4 - Scavi in trincea

Tali scavi in generale si intendono quelli ricadenti al di sotto dei piani orizzontali od inclinati passanti per il punto più depresso del terreno naturale o per il più depresso punto di sbancamenti e splateamenti precedentemente eseguiti, chiusi tra pareti verticali riproducenti il perimetro delle fondazioni e dei drenaggi o del piano stradale. Nel caso dei muri di sostegno di controripa si intendono scavi di fondazione quelli ricadenti sotto del piano di posa del sottofondo stradale, mentre gli scavi che verranno a cadere sopra saranno considerati scavi di sbancamento a sezione libera. Qualunque sia la natura e la qualità del terreno, gli scavi per fondazioni dovranno essere spinti fino alla profondità che dalla Direzione dei Lavori verrà ordinata all'atto della loro esecuzione. È vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di porre mano alle murature prima che la Direzione dei Lavori non ne abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni. I piani di fondazione dovranno essere generalmente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra a falde inclinate potranno, a richiesta della Direzione dei Lavori, essere disposti a gradini e anche con determinate contro pendenze, sia in senso trasversale che in senso longitudinale.

Gli scavi di fondazione dovranno di norma essere eseguiti a pareti verticali e l'Impresa dovrà, occorrendo, sostenerle con convenienti armature e sbadacchiature il cui onere si intende compreso nel prezzo dello scavo, restando a suo carico ogni danno alle cose e alle persone che potesse verificarsi per smottamenti o franamenti. Gli scavi potranno, però, ove ragioni speciali non lo vietino, essere eseguiti con pareti a scarpata. In questo caso non sarà compensato il maggior scavo eseguito oltre quello strettamente occorrente e l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese al successivo riempimento del vuoto rimasto intorno ai manufatti, e ciò con materiale adatto, e al successivo costipamento di quest'ultimo; solo dietro ordine della Direzione dei Lavori tali vuoti potranno essere riempiti con pietrame accostato e calato in sito a mano in funzione di drenaggio ed il relativo verrà compensato a parte. Gli scavi in trincea, delle dimensioni prescritte e con il fondo all'esatta quota indicata dai profili longitudinali di progetto, dovranno essere effettuati con mezzi idonei, adottando tutti i provvedimenti necessari per il sostegno delle pareti, onde evitarne il franamento (che potrebbe comportare l'allargamento della trincea e danni alla tubazione eventualmente già posata); le radici di alberi che, eventualmente, attraversassero la trincea nella zona interessata dalla posa della tubazione, devono essere accuratamente eliminate, almeno, nell'immediato interno della trincea. Il materiale di scavo deve essere accumulato lungo la trincea stessa ad una distanza sufficiente per consentire, lungo la trincea stessa, il passaggio del personale addetto ai lavori e lo sfilamento dei tubi, per evitare il pericolo che qualche pietra, cadendo, possa lesionare la tubazione posata. La natura del fondo della trincea o, più in generale, del terreno in cui la tubazione troverà il suo appoggio, deve avere resistenza uniforme e tale da escludere ogni possibilità di cedimenti differenziali da un punto all'altro della tubazione. Negli scavi in trincea, specialmente per quelli eseguiti a mano o in condizioni particolari, dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare incidenti e, conseguentemente, l'Impresa ne dovrà concordare le modalità con gli Enti preposti alla previdenza sugli infortuni, esonerando la Direzione dei Lavori da qualsiasi responsabilità derivante dall'esecuzione di tali lavori. Le materie provenienti dagli scavi non utilizzabili o non ritenute idonee, a giudizio della Direzione dei Lavori, per la formazione di rilevati o per altro impiego nei lavori, dovranno essere portate a rifiuto, fuori dal cantiere, depositandole su aree o su discariche autorizzate che l'Appaltatore deve provvedere a sue cure e spese.

4.5 - Scavi in presenza d'acqua

Se dagli scavi in genere e da quelli di fondazione, in caso di acque sorgive o filtrazioni, non potesse far defluire l'acqua naturalmente, è in facoltà della Direzione dei Lavori di ordinare, secondo i casi e quando lo riterrà opportuno, la esecuzione degli scavi subacquei, oppure il prosciugamento. Sono considerati come scavi subacquei soltanto quelli eseguiti in acqua a profondità maggiore di 20 cm. sotto il livello costante a cui si stabiliscono le acque sorgive nei cavi, sia naturalmente, sia dopo un parziale prosciugamento ottenuto con macchine o con l'apertura di canali di drenaggio. Il volume di scavo eseguito in acqua, sino ad una profondità non maggiore di 20 cm. dal suo livello costante, verrà perciò considerato come scavo in presenza d'acqua, ma non come scavo subacqueo. Quando la Direzione dei Lavori ordinasse il mantenimento degli scavi in asciutto, sia durante l'escavazione, sia durante l'esecuzione delle murature o di altre opere di fondazione, gli esaurimenti relativi verranno eseguiti in economia, e l'Appaltatore, se richiesto, avrà l'obbligo di fornire le macchine e gli operai necessari. Per i prosciugamenti praticati durante la esecuzione delle murature, l'Appaltatore dovrà adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare il dilavamento delle malte.

a) Pompe di aggottamento

Le pompe di aggottamento (o di drenaggio) devono essere predisposte dall'appaltatore in quantità, portata e prevalenza sufficienti a garantire nello scavo una presenza di acqua di falda inferiore a 20 cm. e in generale per scavi poco profondi.

L'impiego delle pompe di aggottamento potrà essere richiesto a giudizio insindacabile della direzione dei lavori e per il loro impiego verrà

riconosciuto all'appaltatore il compenso convenuto.
I sistemi di prosciugamento del fondo adottati dall'appaltatore devono essere accettati dalla Direzione dei Lavori, specialmente durante l'esecuzione di strutture in cemento armato, al fine di prevenire il dilavamento del calcestruzzo o delle malte.

b) Prosciugamento dello scavo con sistema Wellpoint

Lo scavo di fondazione può essere prosciugato con l'impiego del sistema Wellpoint ad anello chiuso (con collettori perimetrali su entrambi i lati), in presenza di terreni permeabili per porosità, come ghiaie, sabbie, limi, argille e terreni stratificati. Tale metodo comporterà l'utilizzo di una serie di minipozzi filtranti (Wellpoint), con profondità maggiore di quella dello scavo, collegati con un collettore principale di aspirazione munito di pompa autoadescante, di altezza tale da garantire il prosciugamento dello scavo. Le pompe devono essere installate nell'area circostante al terreno in cui necessita tale abbassamento. Le tubazioni di diametro e di lunghezza adeguata dovranno scaricare e smaltire le acque di aggottamento con accorgimenti atti a evitare interramenti o ostruzioni. L'impianto di drenaggio deve essere idoneo:

- alle condizioni stratigrafiche dei terreni interessati, rilevate fino a una profondità almeno doppia rispetto a quella di prefissata per lo scavo;
- alla permeabilità dei terreni interessati, rilevata mediante prove in situ.

L'impresa potrà utilizzare caditoie esistenti ove possibile senza creare a immissione ultimata intasamenti alla naturale linea di smaltimento meteorica.

c) Allontanamento delle acque superficiali o di infiltrazione

Sono a carico dell'appaltatore gli oneri per l'esaurimento delle acque superficiali o di infiltrazioni concorrenti nei cavi, l'esecuzione di opere provvisionali per lo scolo e la deviazione preventiva di esse dalle sedi stradali o dal cantiere in generale.

4.6 – Bonifica del terreno di appoggio

La bonifica del terreno di appoggio del rilevato, nell'accezione più generale, dovrà essere eseguita in conformità alle previsioni di progetto, ed ogni qualvolta nel corso dei lavori si dovessero trovare zone di terreno non idoneo e/o comunque non conforme alle specifiche di progetto. Pertanto il terreno in sito, per la parte di scadenti caratteristiche meccaniche o contenente notevoli quantità di sostanze organiche, dovrà essere sostituito con materiale selezionato appartenente ai gruppi (CNR-UNI 10006):

- A_1, A_3 se proveniente da cave di prestito; nel caso in cui il materiale appartenga al gruppo A_3, deve presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7;
- A_1, A_{2-4} , A_{2-5}, A_3, se proveniente dagli scavi; il materiale appartenente al gruppo A_3 deve presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7.

Il materiale dovrà essere messo in opera a strati di spessore non superiore a 50 cm. (materiale sciolto) e compattato fino a raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima ottenuta attraverso la prova di compattazione AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972). Per il materiale dei gruppi A_{2-4} e A_{2-5} , gli strati dovranno avere spessore non superiore a 30 cm. (materiale sciolto). Il modulo di deformazione dovrà risultare non inferiore a 20 MP_a (nell'intervallo di carico compreso tra 0,05 e 0,15 N/mm^2)
Nel caso in cui la bonifica di zone di terreno debba essere eseguita in presenza d'acqua, l'Impresa dovrà provvedere ai necessari emungimenti per mantenere costantemente asciutta la zona di scavo da bonificare fino ad ultimazione dell'attività stessa.

4.7 - Rinterri

Per il rinterro degli scavi relativi a fondazioni e manufatti in calcestruzzo dovrà utilizzarsi materiale selezionato appartenente esclusivamente ai gruppi A_1 ed A_3 (UNI-CNR 10006) opportunamente compattato; il materiale appartenente al gruppo A_3 dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7. Il rinterro di scavi relativi a tubazioni interrate e cavi elettrici sarà effettuato con materiali sabbiosi (o comunque con materiali che durante l'operazione di rinterro non danneggino dette installazioni). In linea di massima i materiali da utilizzare in detti rinterri saranno specificati sui disegni costruttivi.
I materiali da riutilizzare in cantiere per rinterri o tombamenti, in accordo con la Direzione dei Lavori, saranno depositati in maniera da non costituire intralcio durante le lavorazioni e non pregiudicheranno in alcun modo lo stato di conservazione dei luoghi e della costruzione, consentendo una circolazione sicura all'interno del cantiere. Tali materiali dovranno essere disposti lontano dai cigli di scavo oppure, in caso di impossibilità, si dovrà provvedere a puntellare le pareti e a disporre un adeguato sopralzo.

Tipo di terra	Angolo limite di stabilità		
	In condizioni asciutte	In condizioni di umidità	In presenza d'acqua
Rocce dure	**80-85**	**80-85**	**80-85**
Rocce tenere	**50-55**	**45-50**	**40-45**
Pietrame	**45-50**	**40-45**	**35-40**
Ghiaia	**35-45**	**30-40**	**25-35**
Sabbia grossa	**30-35**	**30-35**	**25-30**
Sabbia fine	**25-30**	**30-40**	**20-30**
Sabbia argillosa	**30-40**	**30-40**	**10-25**
Terra vegetale	**35-45**	**30-40**	**20-30**
Argilla e marne	**40-50**	**30-40**	**10-30**
Terre forti	**45-55**	**35-45**	**25-35**

4.8 - Sistemazione superficiale

La sistemazione delle aree superficiali dovrà essere effettuata con materiali selezionati appartenenti esclusivamente ai gruppi A_1 ed A_3 (UNI-CNR 10006), , con spandimento a strati opportunamente compattato fino a raggiungere il 95% della massa volumica del secco massima ottenuta con energia AASHO modificata (CNR 69 - 1978), (CNR 22 - 1972), procedendo alla regolarizzazione delle pendenze secondo le indicazioni del progetto. Il materiale appartenente al gruppo A_3 dovrà presentare un coefficiente di uniformità (D_{60}/D_{10}) maggiore o uguale a 7.

4.9 - Scavi archeologici

Gli scavi archeologici sono irreversibili e pertanto andranno eseguiti a mano e con le opportune cautele, alla presenza del personale preposto alla sorveglianza (il direttore di scavo) e seguendo i dovuti criteri scientifici oltre che le direttive dell'UNESCO. Prima di iniziare i lavori sarà necessario disporre di tutte le autorizzazioni del caso. L'appaltatore delimiterà la superficie interessata e realizzerà la preventiva quadrettatura dell'area di scavo; per l'esecuzione dei lavori utilizzerà personale specializzato e attrezzature adeguate. Le tecniche di scavo si differenzieranno a seconda della natura del terreno e delle giaciture degli strati, della collocazione dei manufatti affioranti e dei reperti rinvenuti; sarà cura della direzione lavori o del direttore di scavo dare le adeguate disposizioni a cui l'appaltatore dovrà attenersi scrupolosamente.
Si procederà comunque per strati di sedimentazione, dopo che saranno state registrate scientificamente su apposite schede, fotografate e restituite sotto forma grafica, tutte le informazioni rinvenute riguardo a ogni strato. Le terre saranno opportunamente vagliate e ai reperti saranno apposte cartellinature contenenti i riferimenti topografici e qualunque altra annotazione necessaria; successivamente tali reperti saranno riposti in contenitori o in cassette e opportunamente custoditi, a cura e a carico dell'appaltatore.
I materiali di scavo, su indicazione della Direzione dei Lavori, potranno essere conservati in luogo opportuno per eventuali successivi

approfondimenti di indagine o di analisi.

5 Rilevati

5.1 - Formazione di piani di posa dei rilevati

Tali piani avranno l'estensione dell'intera area di appoggio e potranno essere continui o opportunamente gradonati secondo i profili e le indicazioni che saranno dati dalla Direzione lavori in relazione alle pendenze dei siti d'impianto.

I piani suddetti saranno stabiliti secondo le indicazioni degli elaborati progettuali, salvo approfondimenti, spostamenti o modifiche di altro genere date per iscritto dalla Direzione dei Lavori in corso d'opera. I cigli degli scavi saranno diligentemente profilati e la loro pendenza di progetto o necessaria per impedire franamenti di materie saranno ottenuti praticando gli scavi necessari di sbancamento tenuto conto della natura e consistenza delle formazioni costituenti i siti d'impianto preventivamente accertate, anche con l'ausilio di prove di portanza. La quota dei piani di posa dei rilevati si dovrà approfondire, come minimo, fino alla completa rimozione dello strato di coltre costituito da terreno vegetale o interessato dalle lavorazioni agricole praticate nella zona ricadente l'impianto dei rilevati. Quando alla suddetta quota si rinvengono terreni appartenenti ai gruppi A_1, A_2 e A_3 (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006) la preparazione dei piani di posa consisterà nella compattazione di uno strato sottostante il piano di posa stesso per uno spessore non inferiore a cm 30, in modo da raggiungere una densità secca pari almeno al 95% della densità massima AASHO modificata determinata in laboratorio, modificando il grado di umidità delle terre fino a raggiungere il grado di umidità ottima prima di eseguire il compattamento. Quando invece i terreni rinvenuti alla quota di imposta del rilevato appartengono ai gruppi A_4, A_5, A_6 e A_7 (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006), la Direzione dei Lavori potrà ordinare, a suo insindacabile giudizio, l'approfondimento degli scavi, fino a profondità non superiore a 1,5-2,0 m dal piano di campagna, o approfondire lo scavo dalle indicazioni degli elaborati progettuali o dai rilevamenti geognostici, per sostituire i materiali in loco con materiale per la formazione dei rilevati appartenente ai gruppi A_1, A_2 e A_3. Tale materiale dovrà essere compattato, al grado di umidità ottima, fino a raggiungere una densità secca non inferiore al 90% della densità massima AASHO modificata e ove la Direzione dei Lavori lo rende necessario si dovrà compattare anche il fondo mediante rulli a piedi di montone. Qualora si rivengano strati superficiali di natura torbosa di modesto spessore (non superiore a 2,00 ml.) è opportuno che l'approfondimento dello scavo risulti tale da eliminare completamente tali strati. Per spessori elevati di terreni torbosi o limo-argillosi fortemente imbibiti d'acqua, che rappresentano ammassi molto compressibili, occorrerà prendere provvedimenti più impegnativi per accelerare l'assestamento, ovvero sostituire l'opera in terra (rilevato) con altra più idonea alla portanza dell'ammasso. La terra vegetale risultante dagli scavi potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate se richiesto dalla Direzione dei Lavori mediante ordine scritto; è categoricamente vietata la messa in opera di tale terra per la costituzione dei rilevati. Circa i mezzi costipanti e l'uso di essi si fa riferimento a quanto specificato nei riguardi del costipamento dei rilevati. Si precisa che quanto sopra vale per la preparazione dei piani di posa dei rilevati su terreni naturali. Nei terreni acclivi si consiglia di sistemare il piano di posa a gradoni facendo in modo che la pendenza trasversale dello scavo non superi il 5%; in questo caso risulta sempre necessaria la costruzione lato monte di un fosso di guardia e di un drenaggio longitudinale se si accerta che il livello di falda è superficiale. In caso di appoggio di nuovi a vecchi rilevati per l'ampliamento degli stessi, la preparazione del piano di posa in corrispondenza delle scarpate esistenti sarà fatta procedendo alla gradonatura di esse mediante la formazione di gradoni di altezza non inferiore a 50 cm., previa rimozione della cotica erbosa che potrà essere utilizzata per il rivestimento delle scarpate in quanto ordinato dalla Direzione dei Lavori con ordine scritto, portando il sovrappiù a discarico a cura e spese dell'Impresa. Si procederà quindi al riempimento dei gradoni con il materiale scavato ed accantonato, se idoneo, o con altro idoneo delle stesse caratteristiche richieste per i materiali dei rilevati con le stesse modalità per la posa in opera, compresa la compattazione. Per individuare la natura meccanica dei terreni dell'ammasso si consiglia di eseguire, dapprima, semplici prove di caratterizzazione e di costipamento, quali:

- umidità propria del terreno;
- analisi granulometrica;
- limiti e indici di Atterberg;
- classificazione secondo la norma C.N.R. - U.N.I. 10006;
- prova di costipamento AASHO modificata.

La Direzione dei Lavori si riserva di controllare il comportamento globale dei piani di posa dei rilevati mediante misurazione del modulo di compressibilità M_e (N/mm²) determinato con piastra circolare avente diametro ø 30 cm. (Norme Svizzere VSS-SNV 670317 - C.N.R., B.U. n.146 del 14/12/1992).

5.2 - Formazione di rilevati

I rilevati saranno eseguiti con le esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto, ma non dovranno superare la quota del piano di appoggio della fondazione stradale; nella formazione dei rilevati saranno innanzitutto impiegate le materie provenienti da scavi di sbancamento, di fondazione appartenenti ad uno dei seguenti gruppi A_1, A_2 e A_3 (classifica C.N.R. - U.N.I. 10006), con l'avvertenza che l'ultimo strato del rilevato sottostante la fondazione stradale, per uno spessore non inferiore a 2 ml., costipato, dovrà essere costituito da terre dei gruppi A_1, A_{2-4}, A_{2-5} e A_3 se reperibili negli scavi; altrimenti deciderà la Direzione dei Lavori se ordinare l'esecuzione di tale ultimo strato con materiale di altri gruppi provenienti dagli scavi o con materie dei predetti gruppi A_1, A_{2-4}, A_{2-5} e A_3 da prelevarsi in cava di prestito. Per quanto riguarda le materie del gruppo A_4 provenienti dagli scavi, la Direzione dei Lavori prima del loro impiego potrà ordinare l'eventuale correzione. Per i materiali di scavo provenienti da tagli in roccia da portare in rilevato, se di natura ritenuta idonea dalla Direzione dei Lavori, dovrà provvedersi mediante riduzione ad elementi di pezzatura massima non superiore a 20 cm. con percentuale di pezzatura grossa (compresa tra 5 e 20 cm.) non superiore del 30% in peso del materiale costituente il rilevato, sempreché tale percentuale abbia granulometria sufficientemente assortita. Tali elementi rocciosi dovranno essere distribuiti uniformemente nella massa del rilevato e non potranno essere impiegati per la formazione dello strato superiore del rilevato per uno spessore di 30 cm. al di sotto del piano di posa della fondazione stradale. Per quanto riguarda il materiale proveniente da scavi di sbancamento e di fondazione appartenenti ai gruppi A_4, A_5, A_6 e A_7 si esaminerà di volta in volta l'eventualità di portarlo a rifiuto ovvero di utilizzarlo previa idonea correzione. I rilevati con materiali corretti potranno essere eseguiti, dietro ordine della Direzione dei Lavori, solo quando vi sia la possibilità di effettuare un tratto completo di rilevato ben definito delimitato tra due sezioni trasversali del corpo stradale. Le materie di scavo, provenienti da tagli stradali o da qualsiasi altro lavoro che risultassero esuberanti o non idonee per la formazione dei rilevati o riempimento dei cavi, dovranno essere trasportate a rifiuto fuori della sede stradale, a debita distanza dai cigli, e sistemate convenientemente, restando a carico dell'Impresa ogni spesa, ivi compresa ogni indennità per occupazione delle aree di deposito ed il rilascio delle autorizzazione necessarie da parte degli enti preposti alla tutela del territorio. Qualora una volta esauriti i materiali provenienti dagli scavi ritenuti idonei in base a quanto sopra detto, occorressero ulteriori quantitativi di materie per la formazione dei rilevati, l'Impresa potrà ricorrere al prelevamento di materie da cave di prestito, sempre che abbia preventivamente richiesto ed ottenuto l'autorizzazione da parte della Direzione dei Lavori. È fatto obbligo all'Impresa di indicare le cave, dalle quali essa intende prelevare i materiali costituenti i rilevati, alla Direzione dei Lavori che si riserverà la facoltà di fare analizzare tali materiali da laboratori ufficiali ma sempre a spese dell'Impresa; solo dopo che vi sarà l'assenso della Direzione dei Lavori per l'utilizzazione della cava, l'Impresa è autorizzata a sfruttare la cava per il prelievo dei materiali da portare in rilevato. Il materiale costituente il corpo del rilevato dovrà essere messo in opera a strati di uniforme spessore, non eccedente 30 cm. Il rilevato per tutta la sua altezza dovrà presentare i requisiti di densità riferita alla densità massima secca

AASHO modificata come di seguito riportata:
- non inferiore al 95% negli strati inferiori;
- non inferiore al 98% in quello superiore (ultimi 30 cm.).

La Direzione dei Lavori provvederà al controllo della massa volumica in sito alle varie quote raggiunte e per tutta l'estensione del rilevato; il numero di controlli dovrà essere commisurato all'entità dell'opera: orientativamente dovrà prevedersi almeno una prova ogni circa 2.000 mc. Per i controlli può usarsi l'apparecchio a sabbia o quello a radioisotopi opportunamente tarato. Durante le operazioni di costipamento dovrà accertarsi l'umidità propria del materiale; non potrà procedersi alla stesa e perciò dovrà attendersi la naturale deumidificazione se il contenuto d'acqua è elevato; si eseguirà, invece, il costipamento previo innaffiamento se il terreno è secco, in modo da ottenere, in ogni caso, una umidità prossima a quella ottima predeterminata in laboratorio (AASHO modificata), la quale dovrà risultare sempre inferiore al limite di ritiro. La Direzione dei Lavori si riserva di controllare il comportamento globale dell'ultimo strato del rilevato, che costituirà il piano di posa della fondazione stradale, mediante misurazione del modulo di compressibilità M_e determinato con piastra da 30 cm. di diametro (Norme svizzere VSS-SNV 670317) e misurato in condizioni di umidità prossima a quella di costipamento al primo ciclo di scarico e nell'intervallo di carico compreso tra 0,15 a 0,25 N/mm² non dovrà essere inferiore a 50 N/mm². Ogni strato dovrà presentare una superficie superiore conforme alla sagoma dell'opera finita così da evitare ristagni di acqua e danneggiamenti. Non si potrà sospendere la costruzione del rilevato, qualunque sia la causa, senza che ad esso sia stata data una configurazione e senza che nell'ultimo strato sia stata raggiunta la densità prescritta. Le attrezzature di costipamento saranno lasciate alla libera scelta dell'Impresa ma dovranno comunque essere atte ad esercitare sul materiale, a seconda del tipo di esso, un genere di energia costipante tale da assicurare il raggiungimento delle densità prescritte e previste per ogni singola categoria di lavoro. Il materiale dei rilevati potrà essere messo in opera durante i periodi le cui condizioni meteorologiche siano tali, a giudizio della Direzione dei Lavori, da non pregiudicare la buona riuscita del lavoro.

6 Riempimenti in pietrame a secco-vespai ed intercapedini

6.1 - Riempimenti in pietrame a secco (drenaggi, fognature, banchettoni di consolidamento e simili)
Dovranno essere formati con pietrame da collocarsi in opera a mano su terreno ben costipato, al fine di evitare cedimenti per effetto dei carichi superiori. Per drenaggi o fognature si dovranno scegliere le pietre più grosse e regolari e possibilmente a forma di lastroni quelle da impiegare nella copertura dei sottostanti pozzetti o cunicoli; oppure infine negli strati inferiori il pietrame di maggiore dimensione, impiegando nell'ultimo strato superiore pietrame minuto, ghiaia o anche pietrisco, per impedire alle terre sovrastanti di penetrare e scendere otturando così gli interstizi tra le pietre. Sull'ultimo strato di pietrisco si dovranno pigiare convenientemente le terre con le quali dovrà completarsi il riempimento dei cavi aperti per la costruzione di fognature e drenaggi.

6.2 - Vespai ed intercapedini
Nei locali in genere i cui pavimenti verrebbero a trovarsi in contatto con il terreno naturale potranno essere ordinati vespai in pietrame o intercapedini in laterizio. In ogni caso il terreno di sostegno di tali opere dovrà essere debitamente spianato, bagnato e ben battuto con la mazzeranga per evitare qualsiasi cedimento. Per i vespai in pietrame di dovrà formare anzitutto in ciascun ambiente una rete di cunicoli di ventilazione, costituita da canaletti paralleli aventi interasse massimo di m. 1.50; essi dovranno correre anche lungo tutte le pareti ed essere regolarmente comunicanti fra loro. Detti canali dovranno avere sezione non minore di cm. 15 x 20 di altezza ed un sufficiente sbocco all'aperto, in modo da assicurare il ricambio dell'aria.
Ricoperti tali canali con adatto pietrame di forma pianeggiante si completerà il sottofondo riempiendo le zone rimaste fra cunicolo con pietrame in grossi scheggioni disposti con l'asse maggiore verticale ed in contrasto fra loro, intasando i grossi vuoti con scaglie di pietra e spargendo infine uno strato di ghiaietto di conveniente grossezza sino al piano prescritto.

7 Terre armate

Il sistema prevede l'impiego di geotessili per il rinforzo e di un paramento, sostenuto con casseforme a perdere in rete elettrosaldata, successivamente vegetato. Elementi fondamentali del sistema sono:
- il geotessile di rinforzo;
- il geotessile che contiene il terreno vegetale e consente la crescita della vegetazione;
- le casseforme a perdere;
- l'idrosemina.

Il riempimento è costituito da materiale arido, esclusa la fascia 0,3 ÷ 0,5 ml. a ridosso delle casseforme, dove il terreno è di tipo vegetale.

7.1 - Il geotessile d'armatura
Lo speciale nontessuto, generalmente utilizzato per il rinforzo (armatura), viene prodotto con metodiche esclusive, su impianti di avanzata tecnologia. Tali procedimenti, nonché la sovrapposizione di fibre continue orientate (polipropilene e/o poliestere) ad alta tenacità, conferiscono all'armatura elevate qualità fisico-meccaniche, un alto modulo di resistenza ed una contenuta deformazione. (Creep nullo al 30% del carico di rottura)
Scheda tecnica:

- Materiale	Polipropilene/poliestere
- Massa areica +/- 10%	350 gr./m²
- Resistenza a trazione: longitudinale	> 40 KN/m
- Resistenza a trazione: trasversale	> 19 KN/m
- Allungamento a rottura: longitudinale	49%
- Allungamento a rottura: trasversale	55%

7.2 - Il geotessile di contenimento
Il geotessile di contenimento**,** è un geocomposito costituito da fibre in poliestere e/o polipropilene a filo continuo, strutturato in maglie con fori di circa 2x4 mm, accoppiato ad un velo di fibre leggere a fiocco. Tale geotessile viene utilizzato per il contenimento del terreno vegetale, ed è cos1 strutturato, per favorire l'alloggiamento dei componenti e fibre, substrato di appoggio per la vegetazione.
Scheda tecnica:

- Materiale	Polipropilene/poliestere
- Massa areica +/- 10%	1600 gr./m²
- Resistenza a trazione: longitudinale	> 13 KN/m
- Resistenza a trazione: trasversale	> 13 KN/m
- Stabile ai raggi UV	
- Imputrescibile	

7.3 - Struttura metallica di contenimento
La struttura metallica di contenimento è costituita da una rete in tondini di ferro elettrosaldati, di diametro non inferiore a ø 6÷8 mm. e maglia 20 x 20 opportunamente tagliata e sagomata, caratteristica dell'acciaio di qualità B450A ed avente proprietà meccaniche e tensioni conformi alle Norme Tecniche del D.M. 14 gennaio 2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni".
Il pannello presagomato ad "L", di lunghezza variabile, ha un'altezza di circa 0,50 ÷ 0,70 ml., e la base orizzontale, larga circa 0,55 ÷ 0,65 ml., viene appoggiata sulla faccia superiore dello strato di rilevato.
La costruzione della struttura procede per cicli successivi, ciascuno dei quali prevede: la posa del geotessile d'armatura, delle casseformi, del geotessile vegetale, stesa e compattazione in duplice tornata degli strati di terreno inerte e vegetale, di spessore non superiore a 65 cm.

7.4 - Inerbimento
L'inerbimento, successivo alla costruzione della struttura, viene realizzato sullo sviluppo del paramento, con uno specifico trattamento mediante formazione (a spruzzo) di un substrato vegetativo ricco di composti e sostanze organiche ad alta capacità d'assorbimento, atossiche, non corrosive e biodegradabili, innocue per ogni tipo o forma di vita animale e vegetale.
Le soluzioni vengono irrorate con una speciale macchina idroseminatrice, appositamente progettata per la distribuzione uniforme delle miscele.

7.5 - Calcolo del sistema
La terra rinforzata, associazione di terreno e geotessile, si basa essenzialmente sulle forze di attrito innescate da questi due principali materiali. La forza di trazione nell' armatura non è costante, ma presenta il massimo valore alla frontiera tra la zona attiva e la zona resistente; ne deriva che il valore della coesione apparente nel massiccio armato è direttamente proporzionale alla resistenza a trazione del geotessile. Il metodo di calcolo della stabilità di strutture prevede le seguenti fasi:

- verifica valore ammissibile di compressibilità del piano di posa;
- stabilità allo schiacciamento del piano di fondazione secondo il metodo di Meyerhof e i parametri di NHIEM;
- verifica allo scorrimento;
- verifica al ribaltamento;
- verifica interna;
- verifica di stabilità globale esterna.

7.6 - Caratteristiche del materiale di riempimento
Tra le positive peculiarità delle terre rinforzate, va sottolineata la possibilità di recupero e reimpiego dei materiali di risulta in sito. Di norma vengono utilizzati i materiali previsti dalle norme CNR-UNI appartenenti ai gruppi A_1, A_2, A_3 o A_4, con pezzatura compresa e non superiore allo spessore degli strati; tuttavia si possono considerare anche materiali di classe inferiore purché liberi da componenti organiche, adeguando l'elaborazione progettuale ed il dimensionamento dei teli d'armatura in rapporto ed in considerazione ai nuovi parametri ed all'utilizzo finale dell'opera. Si assumeranno come parametri geomeccanici quelli forniti dalla relazione geotecnica; considerando, in particolare, coesione nulla all'interno del rilevato armato e come angolo di attrito del materiale quello efficace (trascurando a favore della sicurezza quello di picco).

8 Strutture di fondazione

8.1 - Paratie a palancole metalliche infisse
Le palancole metalliche, di sezione varia, devono rispondere comunque ai seguenti requisiti fondamentali: adeguata resistenza agli sforzi di flessione, facilità di infissione, impermeabilità delle giunzioni, facilità di estrazione e reimpiego (ove previsto), elevata protezione contro le corrosioni. L'infissione della palancola sarà effettuato con i sistemi normalmente in uso. Il maglio dovrà essere di peso complessivo non minore del peso delle palancole comprensivo della relativa cuffia.
Dovranno essere adottate speciali cautele affinché durante l'infissione gli incastri liberi non si deformino e rimangano puliti da materiali così da garantire la guida alla successiva palancola. A tale scopo gli incastri prima dell'infissione dovranno essere riempiti di grasso.
Durante l'infissione si dovrà procedere in modo che le palancole rimangano perfettamente verticali non essendo ammesse deviazioni, disallineamenti o fuoriuscita dalle guide. Per ottenere un più facile affondamento, specialmente in terreni ghiaiosi e sabbiosi, l'infissione, oltre che con la battitura potrà essere realizzata con il sussidio dell'acqua in pressione fatta arrivare, mediante un tubo metallico, sotto la punta della palancola.
Se durante l'infissione si verificassero fuoriuscite dalle guide, disallineamenti o deviazioni che a giudizio della direzione dei lavori non fossero tollerabili, la palancola dovrà essere rimossa e reinfissa o sostituita, se danneggiata.

8.2 - Paratia a palancole prefabbricate in calcestruzzo armato centrifugato
Le palancole prefabbricate saranno centrifugate a sezione cava. Il conglomerato cementizio impiegato dovrà avere una resistenza caratteristica a 28 giorni non inferiore a 40 N/mm² e dovrà essere esente da porosità od altri difetti. Il cemento sarà ferrico pozzolanico, pozzolanico o d'alto forno. Potrà essere richiesta, per infissione con battitura in terreni tenaci, l'inserimento nel getto di puntazza metallica.
L'operazione d'infissione sarà regolata da prescrizioni analoghe a quelle stabilite per i pali in calcestruzzo armato centrifugato. Nel caso specifico particolare cura dovrà essere posta nell'esecuzione dei giunti, da sigillare con getto di malta cementizia.

8.3 - Paratie a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati
Dette paratie saranno di norma realizzate mediante pali di calcestruzzo armato eseguiti in opera accostati fra loro e collegati in sommità da un cordolo di calcestruzzo armato. Per quanto riguarda le modalità di esecuzione dei pali, si rinvia a quanto fissato nel relativo articolo. Nel caso specifico particolare cura dovrà essere posta nell'accostamento dei pali fra loro e nel mantenere la verticalità dei pali stessi.

8.4 - Diaframmi in calcestruzzo armato
In linea generale i diaframmi saranno costruiti eseguendo lo scavo del terreno a qualsiasi profondità con benna od altro sistema idoneo a dare tratti di scavo (conci) della lunghezza singola di norma non inferiore a 2.50 ml.
Lo scavo verrà eseguito con l'ausilio di fango bentonitico per evacuare i detriti, e per il sostegno provvisorio delle pareti. I fanghi di bentonite da impiegare nello scavo dovranno essere costituiti di una miscela di bentonite attivata, di ottima qualità, ed acqua, di norma nella proporzione di 8 e 16 kg. di bentonite asciutta per 100 l d'acqua, salvo la facoltà della direzione dei lavori di ordinare una diversa dosatura. Il contenuto in sabbia finissima dovrà essere inferiore al 3% in massa della bentonite asciutta. Eseguito lo scavo e posta in opera l'armatura metallica interessante il concio, opportunamente sostenuta e mantenuta in posizione durante il getto, sarà effettuato opportuna prolunga o tubo di getto, la cui estremità inferiore sarà tenuta almeno due metri al di sotto del livello del fango, al fine di provocare il rifluimento in superficie dei fanghi bentonitici e di eseguire senza soluzioni di continuità il getto stesso. Il getto dovrà essere portato fino ad una quota superiore di circa 50 cm. a quella di progetto. I getti dei calcestruzzi saranno eseguiti solo dopo il controllo della profondità di scavo raggiunta e la verifica della armatura da parte della Direzione dei Lavori.
Nella ripresa dei getti, da concio a concio, si adotteranno tutti gli accorgimenti necessari al fine di evitare distacchi, discontinuità e differenza nei singoli conci.
L'allineamento planimetrico della benna di scavo del diaframma sarà ottenuto di norma con la formazione di guide o corree in calcestruzzo

anche debolmente armato.

8.5 - Fondazioni continue in pietrame o in calcestruzzo

Se il terreno compatto ed idoneo alla fondazione si trova a profondità non superiore a 1 ml., generalmente si procede con una gettata di calcestruzzo di calce idraulica o di cemento, oppure con murature di pietrame e malta di calce idraulica o di cemento, oppure con muratura di pietrame e malta di calce idraulica. Le gettate di calcestruzzo se fatte a mano, con smalto appena umido, si devono eseguire stendendo lo smalto a strati ben orizzontali e di spessore di circa 10-12 cm, sottoponendo ciascuno strato dopo lo spianamento ad una accuratissima pigiatura in modo da far emergere alla superficie il latte della calce o del cemento, assicurandosi che non risultino più degli interstizi vuoti e tutte le particelle vadano ad assestarsi; in eguale modo di dovrebbe procedere per le gettate con l'autobetoniera. La dosatura per gli smalti di fondazione varia dai 200 ai 250 Kg di agglomerato per m^3. Lo smalto, pur non volendolo troppo asciutto, non deve essere neppure troppo umido, per evitare il formarsi delle sacche d'acqua che, prosciugandosi, diventano camere vuote. Se si deve sospendere o interrompere il getto anche per un breve periodo di tempo, prima di riprendere la gettata o si inumidisce maggiormente lo strato superiore, oppure si bagna lo strato inferiore con latte di calce o cemento, conformemente alla qualità del legante impiegato.

8.6 - Fondazioni a plinto

Per allargare la base d'appoggio su terreno poco resistente, al posto di approfondire lo scavo, lo si allarga a forma di piastra su plinti isolati disposti in corrispondenza dei fulcri portanti. Ciascun plinto deve avere una superficie tale da corrispondere alla capacità di resistenza del terreno in relazione al carico gravante.

8.7 - Fondazioni a platea

Per allargare la base d'appoggio su terreno poco resistente o nelle costruzioni antisismiche, al posto di approfondire lo scavo, lo si allarga a forma di piastra anche continua. In genere la platea occupa tutta la superficie fabbricata e funziona come una piastra in cemento armato: oltre a distribuire il carico sopra una grande superficie di terreno in modo da gravitarlo unitariamente in misura limitata, si ottiene che la intera struttura sia solidale nelle pareti e nell'insieme con il fondo.

8.8 - Fondazione a pozzo

Quando per la profondità non sia più conveniente la fondazione continua si procede mediante pozzi spinti fino al terreno buono collegati tra di loro con archi in muratura o con travi in cemento armato. I pozzi vengono disposti in corrispondenza dei muri perimetrali e d'asse ed anche dei muri trasversali e più precisamente in corrispondenza dei fulcri portanti - pilastri, incroci, cantonali o angoli - dando ad essi una sezione circolare, sotto i fulcri pilastri, od ovoidale, sotto i fulcri incroci od angolari. I pozzi si riempiono di calcestruzzo, generalmente cementizio, steso a strati di 10 in 10 cm., spianati, energicamente pressati fino al livello del piano d'imposta.

Se vengono introdotti ciottoli nello smalto, occorre che questi, di qualità ottima e durissima, siano perfettamente annegati nello smalto senza toccarsi né sovrapporsi.

9 Fondazioni su pali

9.1 - Pali di legno

Prima di procedere all'approvazione della palificata la Direzione dei Lavori potrà richiedere all'Impresa l'infissione di uno o più pali allo scopo di determinare, in base al rifiuto, la capacità portante; le infissioni di prova verranno compensate secondo il prezzo di elenco. I pali, salvo diverse prescrizioni, verranno affondati verticalmente nella posizione stabilita in progetto; ogni palo che si spezzasse o deviasse durante l'infissione dovrà essere, a richiesta della Direzione dei Lavori, tagliato o asportato e sostituito da altro idoneo, a cura e spesa dell'Impresa. Durante la battitura la testa dei pali dovrà essere munita di anello di ferro (ghiera) che impedisca ogni spezzatura o guasto. I pali dovranno essere battuti a rifiuto con maglio di potenza adeguata. Il rifiuto si intenderà raggiunto quando l'affondamento prodotto da un determinato numero di colpi del maglio (volata), cadente successivamente dalla stessa altezza, non supererà il limite stabilito in relazione alla resistenza che il palo deve offrire. Le ultime volate dovranno sempre essere battute in presenza di un incaricato della Direzione dei Lavori, né l'Impresa potrà in alcun caso recidere il palo senza averne avuto autorizzazione. In uno speciale registro tenuto dalla Direzione dei Lavori, che verrà firmato giornalmente da un incaricato dell'Impresa, sarà annotata, giuste le constatazioni da eseguirsi in contraddittorio, la profondità raggiunta da ogni singolo palo, il rifiuto presentato dallo stesso e quindi il carico che ogni palo può sostenere. L'Impresa è obbligata a mettere in opera tanti battipali, quanti ne permetterà lo spazio disponibile e quanti ne potrà esigere una buona e sollecita esecuzione dei lavori; quando la testa dei pali debba essere spinta sotto acqua, il Direttore dei Lavori può permettere l'uso di un contropalo di conveniente lunghezza e diametro, munito di perno di ferro per la sua temporanea unione col palo che deve essere infisso.

9.2 - Pali Speciali (battuti o pressati) in conglomerato cementizio costruiti in opera

La realizzazione del cavo destinato a ricevere il calcestruzzo avverrà sotto l'effetto di un maglio battente su di un tuboforma munito di puntazza, che costringa il terreno in sito a dislocarsi lateralmente, contemporaneamente all'affondarsi del tuboforma senza alcuna asportazione di terreno. I rifiuti offerti dal suolo dovranno essere riportati su apposito registro e serviranno da riferimento per la presumibile portanza del costruendo palo; ultimata l'infissione del tuboforma, verrà realizzato, a mezzo di un maglio cadente entro il tuboforma, oppure mediante aria compressa, un bulbo di base in calcestruzzo. Il bulbo di base, la canna ed i bulbi intermedi, verranno realizzati con calcestruzzo avente rapporto acqua/cemento assai limitato, versato tratto a tratto in volumi modesti e battuto, oppure pressato, in maniera che si espanda nelle masse terrose circostanti e dovrà risultare con una resistenza caratteristica a 28 giorni non inferiore a 40 N/mm^2. Il tuboforma verrà ritirato, tratto a tratto, con estrema cautela, ad evitare interruzioni nella continuità del calcestruzzo costituente il fusto del palo. L'armatura metallica interesserà in tutto od in parte la lunghezza del palo a seconda del progetto ed andrà collocata in opera prima dell'inizio del getto nel tratto di fusto interessato dall'armatura stessa. L'introduzione del calcestruzzo nel tuboforma avverrà mediante benna munita di valvola automatica all'estremità inferiore, che dovrà essere aperta solo in prossimità della superficie raggiunta dal getto precedente. Durante i getti verrà evitato con ogni mezzo il dilavamento del calcestruzzo per falde freatiche oppure correnti subalvee.

9.3 - Pali prefabbricati in calcestruzzo armato

I pali prefabbricati saranno centrifugati a sezione cava. Il conglomerato cementizio impiegato dovrà avere una resistenza caratteristica a 28 giorni non inferiore a 40 N/mm^2 e dovrà essere esente da porosità o altri difetti. Il cemento sarà pozzolanico, ferrico pozzolanico o d'alto forno; la Direzione dei Lavori potrà anche ordinare rivestimenti protettivi. Il copriferro dovrà essere di almeno 3 cm. I pali dovranno essere muniti di robuste puntazze metalliche ancorate al conglomerato. L'infissione verrà fatta con i sistemi ed accorgimenti previsti per i pali di legno. I magli, se a caduta libera, dovranno essere di peso non inferiore a quello del palo da infiggere.

Allo scopo di evitare la rottura delle teste dei pali durante l'infissione, saranno applicate sopra di esse protezioni di legname entro cerchiature di ferro. Lo spostamento planimetrico della posizione teorica dei pali non potrà superare 10 cm. e l'inclinazione finale, rispetto all'asse teorico, non dovrà superare il 3%. Per valori degli spostamenti superiori a quelli indicati, la Direzione dei Lavori potrà richiedere che i pali siano rimossi e sostituiti. Per ogni palo dovranno venire rilevati e trascritti su apposito registro, i seguenti elementi:

- lunghezza;
- diametro esterno alla punta ed alla testa;

- diametro interno alla punta ed alla testa;
- profondità raggiunta;
- rifiuto;
- tipo di battipalo;
- peso del maglio;
- altezza di caduta del maglio;
- caratteristiche della cuffia;
- peso della cuffia;
- energia d'urto;
- efficienza del battipalo.

Occorrerà inoltre registrare il numero di colpi necessario all'affondamento del palo per ciascun tratto di 50 cm finche la resistenza alla penetrazione risulti minore di un colpo per ogni 1,5 ó 2 cm., o per ciascun tratto di 10 cm. quando la resistenza alla penetrazione superi i valori sopraccitati. Sul fusto del palo dovranno essere riportate delle tacche distanziate tra loro di un metro a partire dalla punta del palo onde poterne controllare la penetrazione progressiva.
Qualora durate l'infissione si verificassero scheggiature, lesioni di qualsiasi genere oppure deviazioni dell'asse, che a giudizio della Direzione dei Lavori non fossero tollerabili, il palo dovrà essere rimosso e sostituito.

9.4 - Pali a piccolo e grande diametro, trivellati

Lo scavo per la costruzione dei pali trivellati verrà eseguito asportando il terreno corrispondente al volume del fusto del palo. Per le palificate eseguite con pali trivellati si procederà all'affissione del tuboforma di rivestimento provvisorio in acciaio mediante asportazione del terreno; raggiunta la profondità necessaria, dovrà essere asportata l'acqua e la melma esistente nel cavo.
Per i pali trivellati su terreno sommerso d'acqua si farà ricorso, per l'attraversamento del battente d'acqua, all'impiego di un rivestimento tubolare di acciaio opportunamente infisso nel terreno di imposta, avente le necessarie caratteristiche meccaniche per resistere agli sforzi ed alle sollecitazioni indotte durante l'infissione anche con uso di vibratori; esso sarà di lunghezza tale da sporgere dal pelo d'acqua in modo da evitare invasamenti e consentire sia l'esecuzione degli scavi che la confezione del palo.
Nel caso di impiego del tubo di rivestimento provvisorio, l'estrazione dello stesso dovrà essere eseguita gradualmente adottando tutti gli accorgimenti necessari per evitare che si creino distacchi, discontinuità od inclusioni di materiali estranei al corpo del palo.
Le armature metalliche dovranno essere assemblate fuori opera e calate nel foro prima dell'inizio del getto del conglomerato cementizio; nel caso in cui il palo sia armato per tutta la lunghezza, esse dovranno essere mantenute in posto nel foro, sospendendole dall'alto e non appoggiandole sul fondo. Le armature dovranno essere provviste di opportuni dispositivi distanziatori e centratori atti a garantire una adeguata copertura di conglomerato cementizio sui ferri che sarà di 5 cm.
Messa quindi in opera la gabbia metallica, si procederà al getto ed al costipamento del conglomerato cementizio con impiego del tubo di convogliamento, munito di imbuto di caricamento. Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato con idonei inerti di appropriata granulometria previamente approvata dalla Direzione dei Lavori e dovrà risultare di caratteristica cubica non inferiore a 30 N/mm² e comunque quella indicata negli elaborati esecutivi. In particolare per i pali a grande diametro, i getti andranno eseguiti con accorgimenti che garantiscono la massima sicurezza contro i pericoli di decantazione del conglomerato o di taglio del palo. L'introduzione del calcestruzzo avverrà pertanto mediante benna munita di valvola automatica all'estremità inferiore e con le modalità di cui al precedente punto; oppure adottando sistemi di tipo "prepakt", o simili; in tal caso l'estremità inferiore della tubazione di mandata sarà mantenuta costantemente immersa entro la massa di calcestruzzo fresco per almeno 2 ml., onde evitare fenomeni di disinnesco. Viene inoltre precisata la necessità assoluta che la rasatura delle teste dei pali sia eseguita fino alla completa eliminazione di tutti i tratti in cui le caratteristiche del conglomerato non rispondano a quelle previste. In tal caso è onere dell'Impresa procedere al prolungamento del palo sino alla quota di sottoplinto.

9.5 - Micropali

I micropali hanno dimensioni diametrali ridotte, che vanno da 50 ai 300 mm. La perforazione viene eseguita utilizzando una trivella munita di corona tagliente. L'apparecchiatura deve consentire di orientare la trivellazione in qualsiasi direzione. Eseguito il foro si infila in questo un tubo, con all'interno un'armatura costituita da una o più barre d'acciaio nervato di grosso diametro, oppure da una gabbia costituita da barre longitudinali collegate da una spirale, oppure da un profilato d'acciaio. Si esegue quindi il betonaggio sotto pressione, impiegando un microconglomerato di caratteristica cubica non inferiore a 40 N/mm²
Il microconglomerato è premuto ad aria compressa, durante il contemporaneo sfilaggio del tubo, e penetra nel terreno circostante in quantità proporzionale alla densità dello stesso.

9.6 - Pali a grande diametro con impiego di fanghi bentonitici

Per i pali a grande diametro realizzati con l'impiego di fanghi bentonitici e senza l'uso di tuboforma, lo scavo dovrà eseguirsi esclusivamente con apposita attrezzatura a rotazione o a roto-percussione a seconda della natura del terreno. Per ciò che riguarda le modalità di getto del conglomerato, la rasatura delle teste dei pali, etc., vale quanto prescritto al precedente paragrafo.

9.7 - Pali jet grouting

I pali tipo jet grouting, o colonne consolidate di terreno, saranno ottenute mediante perforazione senza asportazione di materiale e successiva iniezione ad elevata pressione di miscele consolidanti di caratteristiche rispondenti ai requisiti di progetto ed approvata dalla Direzione dei Lavori.
Alla stessa Direzione dei Lavori dovrà essere sottoposto, per l'approvazione l'intero procedimento costruttivo con particolare riguardo ai parametri da utilizzare per la realizzazione delle colonne, e cioè la densità e la pressione della miscela cementizia, la rotazione ed il tempo di risalita della batteria di aste, ed alle modalità di controllo dei parametri stessi.

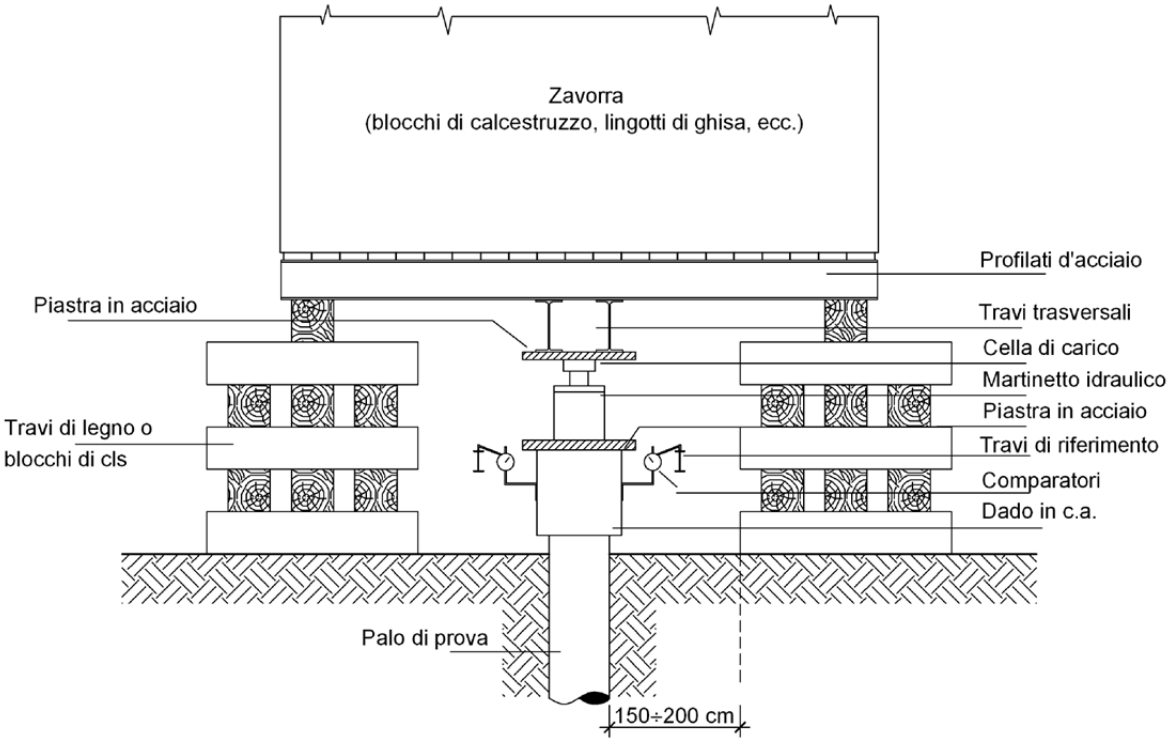
9.8 - Pali di Sabbia

I "Pali di Sabbia" hanno per scopo il drenaggio ed il consolidamento accelerato di terreni argillosi saturi in corrispondenza di rilevati. Si eseguono praticando dapprima nel terreno un foro senza estrazione di materiale, fino allo strato compatto di argilla; si riempie successivamente la cavità con sabbia pulita, vagliata, e per quanto possibile monogranulare, avente la granulometria prescritta dalla Direzione dei Lavori. Dalla zona di lavoro verrà tolta la prima copertura vegetale, stendendo quindi uno strato di circa cm. 50 di sabbia dello stesso tipo di quella usata per i dreni e sporgente almeno un metro al di fuori della base del rilevato. I dreni avranno il diametro, l'interasse e la lunghezza richiesti dal caso specifico e comunque concordati con la Direzione dei Lavori. Per i "Pali di Sabbia" si applicheranno le norme contenute nel D.M. 14 gennaio 2008 - "Norme tecniche per le costruzioni".

9.9 - Prova di carico sui pali

Le prove di carico saranno effettuate nel numero e con le modalità di cui al 14 gennaio 2008 - "Norme tecniche per le costruzioni". Per manufatti interessanti impianti ferroviari, il carico di prova pari a 2,5 volte il carico di esercizio con coefficiente di sicurezza superiore a 2.5; la Direzione dei Lavori dovrà, in contraddittorio con l'Impresa, stabilire in anticipo su quali pali operare la prova di carico, ai fini dei controlli esecutivi. Per

nessun motivo il palo potrà essere caricato prima dell'inizio della prova; questa potrà essere effettuata solo quando sia trascorso il tempo sufficiente perché il palo ed il plinto abbia raggiunto la stagionatura prescritta. Sul palo verrà costruito un plinto rovescio di calcestruzzo armato, avente la superficie superiore ben piantata e coassiale con il palo, sulla quale verrà posata una piastra di ferro di spessore adeguato; un martinetto di portata adeguata verrà posto tra detta piastra ed il carico di contrasto. Il carico di contrasto potrà essere realizzato con un cassone zavorrato, oppure con poutrelles, rotaie, cubi di conglomerato cementizio od altro materiale di peso facilmente determinabile. Se invece la prova verrà realizzata utilizzando pali di reazione, dovranno essere costruiti fuori opera pali a perdere, e si fa divieto assoluto di utilizzare, per detta prova, i pali costituenti la fondazione dell'opera; inoltre i pali di reazione dovranno essere realizzati a distanza tale da non influenzare la fondazione dell'opera. Il carico di contrasto supererà del 20% il carico di prova, affinché questo possa essere raggiunto, in ogni modo, anche se l'incastellatura fosse non centrata perfettamente rispetto al palo. Gli appoggi dell'incastellatura realizzata per l'esecuzione delle prove di carico saranno ampi e sufficientemente lontani dal palo di prova, al fine di evitare interferenze tra le tensioni provocate nel sottosuolo dal carico di contrasto e quelle provocate dal palo in prova. Il martinetto idraulico da impiegare dovrà consentire il mantenere invariata la pressione del liquido per il tempo necessario alla prova; il manometro avrà una scala sufficientemente ampia in relazione ai carichi da raggiungere. Il manometro ed i flessimetri verranno preventivamente tarati e sigillati presso un Laboratorio Ufficiale, con relative curve di taratura; i flessimetri saranno sistemati a 120°, a conveniente distanza dall'asse del palo; essi avranno una corsa sufficientemente ampia in relazione agli eventuali cedimenti. I cedimenti del palo in prova saranno assunti pari alla media delle letture dei flessimetri. La Direzione dei Lavori si riserva, a prove di carico ultimate, di ricontrollare la taratura del manometro e dei flessimetri. Il carico finale verrà realizzato con incrementi successivi ed eguali. Nel caso che venga realizzata la prova con cassone di zavorra, l'equilibrio di questo dovrà essere mantenuto stabile anche in prossimità del raggiungimento del carico massimo applicato. Le modalità di applicazione e durata del carico e così pure la successione dei cicli di carico e scarico saranno prescritte dalla Direzione dei Lavori.



Di ciascuna prova dovrà essere redatto apposito verbale, controfirmato dalle parti, nel quale saranno riportati tra l'altro: data ed ora di ogni variazione del carico, le corrispondenti letture dei flessimetri ed il diagramma carichi - cedimenti.

9.10 - Controlli esecutivi - Verbale di prova

Fermo restando la facoltà della Direzione dei Lavori, con gli oneri ed obblighi diversi a carico dell'Appaltatore previsti, specificati nel presente Capitolato Speciale d'Appalto, l'Impresa, ai fini dell'accertamento della buona esecuzione dei pali, dovrà predisporre, ogni 50 pali con minimo di n. 2 pali per ogni manufatto, quanto occorre per effettuare l'applicazione di metodi di accertamento indiretto (non distruttivo).
Verrà infine rilasciato il verbale di prova di carico su pali di fondazione deve contenere i seguenti dati:

- individuazione e caratteristiche costruttive delle opere;
- data e ora della prova;
- localizzazione del palo su cui è stata effettuata la prova di carico;
- descrizione della struttura di prova (struttura di contrasto, di sostegno laterale, travi portamicrometri, martinetti, celle di carico, ecc.);
- descrizione dell'eventuale strumentazione collocata all'interno del palo;
- curve di taratura degli strumenti utilizzati;
- grafici e tabelle per la visualizzazione dei risultati della prova.

10 Murature

10.1 - Murature il laterizio

Per modalità esecutive delle murature si farà riferimento alle seguenti norme tecniche:

- D.M. LL. PP. 20/11/1987, "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento";
- Circ. M. LL.PP. 4/1/1989, n. 30787, "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento";
- Circ. M. LL.PP. 30/1/1981, n. 21745, "Istruzioni relative alla normativa tecnica per la riparazione ed il rafforzamento degli edifici in muratura danneggiati dal sisma".

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in apposite bagnarole e mai per

aspersione; dovranno mettersi in opera con le connessioni alternative in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna e saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta refluisca attorno e riempia tutte le connessioni. La larghezza delle connessioni non dovrà essere maggiore di 8 né minore di 5 mm. Occorre curare la perfetta orizzontalità di ogni corso o filare di mattoni, lo sfalsamento dei giunti e la legatura dei mattoni tra di loro. Gli strati di malta devono avere uno spessore non superiore ai 10÷12 mm. e devono essere uniformi, sia nei letti orizzontali di giacitura dei mattoni come nei giunti verticali, per evitare un cedimento sensibile durante l'assestamento e l'indurimento della malta; ad ogni corso si devono riempire i giunti vuoti e gli interstizi tra i mattoni facendo penetrare la malta resa fluida da un poco d'acqua in modo da non lasciare alcun vuoto neppure minimo. Una abbondante annaffiatura, oltre a far penetrare la malta nei vuoti fino a saturare ogni interstizio, serve anche ad impedire un troppo rapido prosciugamento della malta consentendo ad essa il suo naturale periodo di presa, specialmente durante il clima troppo caldo della stagione o della giornata, per cui questa si seccherebbe prima di aver raggiunto la presa. I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro. Le malte da impiegarsi per l'esecuzione di questa muratura dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra i mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato. 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 raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica o di cemento, diligentemente compresse e lisciate con apposito ferro, senza sbavatura. Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte dovranno essere costruite in modo che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva dell'intradosso e le connessioni dei giunti non dovranno mai eccedere la larghezza di 5 mm. all'intradosso e 10 mm. all'estradosso.
Nelle costruzioni delle murature in genere verrà curata la perfetta esecuzione degli spigoli, la costruzione di voltine, piattabande, archi e verranno lasciati tutti i necessari incavi, sfondi, canne e fori:

- per ricevere le travi in genere, le pietre da taglio e quanto altro non viene messo in opera durante la formazione delle murature;
- per il passaggio dei tubi delle pluviali, dell'acqua potabile, canne di stufa e camini, cessi, orinatoi, lavandini, etc.;
- per le condutture elettriche;
- per gli zoccoli, arpioni di porte e finestre, soglie, ferriate, ringhiere, davanzali, etc.

Quanto detto, in modo che non vi sia mai bisogno di scalpellare i muri già costruiti per praticarvi i fori suddetti.
La costruzione delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti, sia fra le varie parti di esse, evitando nel corso dei lavori la formazione di strutture eccessivamente emergenti dal resto della costruzione. La muratura procederà a filari allineati coi piani di posa normali alle superfici viste o come altrimenti venisse prescritto.
All'innesto con muri da costruirsi in tempo successivo dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato. I lavori di muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, debbono essere sospesi nei periodi di gelo, nei quali, la temperatura si mantenga per molte ore al disotto di zero gradi centigradi.
Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere di muratura ordinaria possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché al distacco del lavoro vengano adottati i provvedimenti di uso comune per difendere le murature dal gelo notturno.
Le facce delle murature in malta dovranno essere mantenute bagnate almeno per 15 giorni della loro ultimazione od anche più se sarà richiesto dalla Direzione dei Lavori. Sui muri delle costruzioni, nel punto di passaggio fra le fondazioni entro terra e la parte fuori terra, sarà disteso uno strato isolatore formato da uno strato di malta cementizia grassa delle spessore di circa 1 cm. e da sovrapporsi due strati di cartone catramato dissabbiato dello spessore, ognuno non inferiore ai 2 mm. Tanto il primo cartone quanto il secondo dovranno essere abbondantemente spalmati con bitume a caldo. Sullo strato isolatore, così formato, verrà impostata la muratura di elevazione.
In tutti i fabbricati a più piani dovranno eseguirsi ad ogni piano e su tutti i muri portanti cordoli di conglomerato cementizio con armatura di ferro tondo, per assicurare un perfetto collegamento e la maggior rigidità alla costruzione. Tale cordolo in corrispondenza delle aperture, sarà opportunamente rinforzato con armature di ferro supplementari in modo da formare architravi portanti ed in corrispondenza delle canne, fori, etc., sarà pure opportunamente rinforzato perché presenti la stessa resistenza che nelle altre parti.

10.2 - Tramezzi di una testa e foglio con mattoni pieni o forati

I tramezzi di una testa ed il foglio verranno eseguiti con mattoni scelti, esclusi i rottami, i laterizi incompleti e quelli mancanti di qualche spigolo. Tutti i tramezzi, di qualsiasi specie, saranno eseguiti colle migliori regole d'arte, a corsi orizzontali ed a due fili per evitare la necessità di forte impiego di malta per l'intonaco; la chiusura dell'ultimo corso sotto il soffitto sarà bene serrata, se occorre, dopo congruo tempo con scaglie e cemento. Quando una parete deve eseguirsi fin contro i soffitto, dovrà esser particolarmente curata la chiusura dell'ultimo corso, che sarà ben serrato, se occorre, con scaglie di cemento.
Dovrà essere particolarmente curato il collegamento delle tramezze alle murature: a tal fine saranno lasciati in queste ultime abbondanti vani per gli incastri dei divisori.

10.3 - Muratura in blocchi di argilla espansa

I mattoni prima del loro impiego, dovranno essere controllati allo scopo di verificare la loro integrità meccanica e fisica, al fine di garantire il lato estetico. Gli stessi dovranno essere messi in opera, normalmente, con le connessure alternate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna, col sistema detto a "giunti sfalsati"; saranno posati con il fondo chiuso rivolto verso l'alto sopra un abbondante strato di malta, distribuita sulle fasce laterali, e premuti sopra di esso in modo che la malta refluisca all'ingiro e riempia tutte le connessure; la larghezza delle connessure non dovrà essere maggiore di 10 nè minore di 5 mm. Se posti in opera col sistema a "giunti a sorella", cioè a fughe verticali allineate, dovranno essere posati anche questi con il fondo chiuso rivolto verso l'alto sopra un abbondante strato di malta, distribuita sulle fasce laterali, e premuti sopra di esso in modo che la malta refluisca all'ingiro e riempia tutte le connessure: si dovrà inserire nella malta un traliccio metallico ogni 2-3 corsi per il corretto collegamento ed irrigidimento della muratura.
I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro.
Le malte da impiegare, additivate con idonei prodotti idrofughi nelle quantità indicate dalle case produttrici, per la esecuzione di questa muratura dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra i mattoni riescano superiori al limite di tolleranza fissato; inoltre le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e collegati a morsa con la parte interna mediante tralicci metallici od altri idonei sistemi. Se la muratura viene eseguita a paramento visto si dovrà avere cura di scegliere per le facce esterne i blocchi di migliore qualità, esenti da imperfezioni e screpolature, meglio formati e di colore più uniforme, disponibili in perfetta regolarità e ricorrenza nelle connessure orizzontali, alternando con precisione i giunti verticali. In questo genere di paramento le connessure di faccia-vista non dovranno avere grossezza maggiore di 7 mm. e, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta di cemento, diligentemente compresse e lisciate con apposito ferro, senza sbavatura. Tutte le spallette, piattabande, architravi, pilastri e in generale tutte le strutture portanti ricavate nella muratura dovranno essere realizzate mediante l'utilizzo di pezzi speciali commerciali o ricavati con idonee attrezzature, vincolati al resto del muro mediante l'utilizzo di specifici e commerciali tralicci metallici. Particolare cura dovrà essere rivolta nell'evitare possibili infiltrazioni di umidità, ed allo scopo in corrispondenza dei solai, sopra i cordoli di irrigidimento intermedi, le architravi, al piede della muratura ed, in genere, su tutte le zone presentanti discontinuità strutturale dovranno essere formati dei drenaggi. Notevole attenzione, poi, dovrà essere posta al fine

di contenere e controllare gli effetti dei movimenti dovuti alle dilatazioni e, in particolare, nei tratti di muro aventi:

- variazioni di altezza;
- cambiamenti di sezione;
- sottofinestre;
- cordoli e pilastri;
- specchiature superiori a 5-8 ml.

In tali zone dovranno essere posti dei giunti verticali di dilatazione in corrispondenza delle fughe costituiti da spezzoni metallici di ferro a "Z", posti in modo alternato nella malta dei corsi dei blocchi, mentre la tenuta all'aria e all'acqua viene garantita da guarnizioni in filotene o simili, sigillate con elastomeri.

10.4 - Muratura in termo laterizio

All'interno del cantiere deve essere predisposta un'area per il deposito dei pacchi provenienti dalla fornace; è bene che il materiale non venga posato a diretto contatto con il terreno in quanto in tal modo potrebbe assorbire umidità, humus, etc., e dare luogo, in fase di posa in opera, a problemi di efflorescenze localizzate od a fenomeni di non perfetta aderenza tra malta-intonaco e blocco. Specialmente durante la stagione invernale è bene proteggere il materiale dalle intemperie al fine di evitare che l'azione dell'acqua piovana e del gelo possano in qualche modo danneggiarlo. Prima della fase di posa in opera deve essere fatta una cernita degli elementi eventualmente difettosi presenti all'interno dei pacchi. Anche nel caso si utilizzi un materiale di qualità può succedere che alcuni elementi risultino danneggiati o comunque non conformi alle regole di accettazione dei prodotti in laterizio. In tal caso il muratore dovrà scartare gli elementi eventualmente difettosi (la cernita deve essere particolarmente accurata nel caso in cui si preveda l'impiego dei blocchi in strutture murarie fortemente sollecitate). Nella fase di posa in opera è consigliabile lavorare nel rispetto delle seguenti indicazioni:

- i giunti di malta orizzontali siano i più regolari possibili e di spessore compreso tra 5 e 15 mm.;
- i giunti di malta orizzontali e verticali siano accuratamente riempiti fino alla superficie esterna (le eventuali sbavature verso l'esterno vanno subito tolte con la cazzuola);
- le facce del muro siano tra loro parallele e gli spigoli risultino perfettamente verticali e controllati con il filo a piombo;
- i vari corsi di blocchi siano tra loro adeguatamente sfalsati al fine di ottenere un buon collegamento degli elementi che compongono il muro;
- i blocchi eventualmente tolti perché murati in modo non corretto devono essere riutilizzati con malta nuova;
- i giunti orizzontali e verticali possono essere eventualmente interrotti in modo da formare due strisce parallele al piano medio del muro ad una distanza massima pari a t/3 (dove t è lo spessore del muro); l'interruzione del giunto di malta, anche di un solo centimetro, consente di ottenere un miglioramento delle caratteristiche termiche della parete e può essere operata sia in presenza di murature portanti che di tamponamento; per murature portanti particolarmente sollecitate si consiglia comunque di porre particolare attenzione alla qualità della malta;
- nel caso di impiego di blocchi ad incastro si consiglia di eseguire sempre il giunto di malta verticale se il blocco è conformato in modo tale da consentire di ricavare un'apposita tasca per l'alloggiamento della malta stessa;
- nel caso in cui non si riesca ad "arrivare in quota" con un numero intero di corsi si consiglia, per raggiungere la quota voluta, di tagliare i blocchi; è del tutto sconsigliato l'uso di soluzioni alternative (quali l'impiego di elementi di altra natura - blocchi o mattoni in laterizio normale, a fori orizzontali od altro);
- la profondità della zona di appoggio di eventuali architravi sopra porta o sopra finestra deve essere almeno pari a 2/3 dello spessore del muro;
- i blocchi devono essere messi in opera con foratura disposta in senso verticale;
- in presenza di elementi in c.a. (cordoli, travi, pilastri) provvedere sempre ad isolare il relativo ponte termico;
- in corrispondenza delle giunzioni muratura-c.a. adottare preventivamente gli adeguati accorgimenti atti ad evitare o limitare eventuali patologie fessurative.

Su murature monostrato in termolaterizio si consiglia di utilizzare un intonaco di finitura esterno a tre strati mediante l'applicazione di:

- un rinzaffo a base cemento-calce avente particolari caratteristiche di elasticità; la superficie muraria così trattata si presenta quindi omogenea e con caratteristiche di adesione ottimali per lo strato di fondo a seguire;
- un intonaco di fondo normale od alleggerito;
- uno strato di finitura traspirante.

In generale l'intonaco dovrebbe essere posto in opera dopo che la struttura abbia esaurito i suoi assestamenti iniziali ed abbia avuto il tempo per rilasciare l'eventuale umidità di costruzione presente al suo interno. L'intonaco non deve essere posto in opera con temperature troppo basse o troppo elevate (che possono comprometterne la presa).

10.5 - Murature di pietrame a secco

La muratura di pietrame a secco dovrà essere eseguita con pietre ridotte col martello alla forma più che sia possibile regolare, restando assolutamente escluse quelle di forma rotonda. Le pietre saranno collocate in opera in modo che contrastino e si concatenino fra loro il più possibile scegliendo per i paramenti quelle di dimensioni non inferiori a 20 cm. di lato, e le più adatte per il migliore combaciamento. Si eviterà sempre la ricorrenza delle connessioni verticali. Nell'interno della muratura si farà uso delle scaglie soltanto per appianare i corsi e riempire interstizi fra pietra e pietra. Per i cantonali si useranno le pietre di maggiori dimensioni e meglio rispondenti allo scopo. La rientranza delle pietre del paramento non dovrà mai essere inferiore all'altezza del corso; inoltre si disporranno frequentemente pietre di lunghezza tale da penetrare nello spessore della muratura. A richiesta della Direzione dei Lavori l'Impresa dovrà lasciare opportune feritoie regolari e regolarmente disposte, anche in più ordini, per lo scolo delle acque. La muratura in pietrame a secco per muri di sostegno, in controripa, o comunque isolati, sarà sempre coronata con una copertina di muratura di malta o di calcestruzzo, delle dimensioni che, di volta in volta, verranno fissate dalla Direzione dei Lavori.

10.6 - Muratura di pietrame con malta

Le murature in pietrame saranno eseguite con scampoli di pietrame delle maggiori dimensioni consentite dalla grossezza della massa muraria, spianati grossolanamente nei piani di posa e posti su letto di malta. Le pietre, prima di essere collocate in opera, saranno diligentemente ripulite dalle sostanze terrose ed ove occorra, a giudizio della Direzione dei Lavori, accuratamente lavate. Saranno poi bagnate, essendo proibito di eseguire la bagnatura dopo di averle disposte sul letto di malta. Tanto le pietre quanto la malta saranno interamente disposte a mano, seguendo le migliori regole d'arte, in modo da costituire una massa perfettamente compatta nel cui interno le pietre stesse ben battute col martello risultino concatenate fra loro e rivestite da ogni parte di malta, senza alcun interstizio. La costruzione della muratura dovrà progredire a strati orizzontali di conveniente altezza, concatenati nel senso della grossezza del muro, disponendo successivamente ed alternativamente una pietra trasversale (di punta) dopo ogni due pietre in senso longitudinale, allo scopo di ben legare la muratura anche nel senso della grossezza. Dovrà sempre evitarsi la corrispondenza delle connessure fra due corsi consecutivi; gli spazi vuoti che verranno a formarsi per la irregolarità delle pietre saranno riempiti con scaglie che non si tocchino mai a secco e non lascino mai spazi vuoti, colmando con malta tutti gli interstizi. Qualora

la muratura avesse carattere di rivestimento esterno, il nucleo della muratura dovrà risultare, con opportuni accorgimenti, perfettamente concatenato col detto rivestimento nonostante la diversità di materiale, di struttura e di forma dell'uno e dell'altro. Le facce viste delle murature in pietrame che non debbono essere intonacate o comunque rivestite, saranno sempre rabboccate diligentemente con malta cementizia; secondo le indicazioni progettuali o gli ordini della Direzione dei Lavori, potrà essere prescritta la esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:

- con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta);
- a mosaico greggio;
- con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;
- con pietra squadrata a corsi regolari.

Nel paramento con pietra rasa e testa scoperta (ad opera incerta) il pietrame dovrà essere scelto diligentemente fra il migliore e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana; le pareti esterne dei muri dovranno risultare bene allineate e non presentare alla prova del regolo rientranze o sporgenze maggiori di 25 mm. Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate ed adattate col martello in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di 10 cm. La rientranza totale delle pietre di paramento non dovrà essere mai minore di 25 cm. e nelle connessure esterne dovrà essere ridotto al minimo possibile l'uso delle scaglie. Nel parametro a mosaico greggio, la faccia vista dei singoli pezzi dovrà essere ridotta col martello e la grossa punta a superficie perfettamente piana ed a figura poligonale, ed i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie. In tutto il resto si eseguiranno le norme indicate per il parametro a pietra rosa. Nel parametro a corsi pressochè regolari, il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadrati, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa; i conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate alla prova del regolo rientranze o sporgenze non maggiori di 15 mm. Nel paramento a corsi regolari i conci dovranno essere resi perfettamente piani e squadrati, con tutta la lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza però fra i due corsi successivi non maggiore di 5 cm. La Direzione dei Lavori potrà anche prescrivere l'altezza, dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie de parametro venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti. I filari del parametro a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio. Tanto nel paramento a corsi pressochè regolari, quanto in quello a corsi regolari, non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella faccia esterna; il combaciamento dei corsi dovrà avvenire per almeno due terzi della loro rientranza nelle facce di posa, e non potrà essere mai minore di 15 cm. nei giunti verticali. La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, nè inferire a 30 cm.; l'altezza minima dei corsi non dovrà essere mai minore di 20 cm. In entrambi i paramenti a corsi, lo spostamento di due giunti verticali consecutivi non dovrà essere minore di 10 cm. e le connessure avranno larghezza non maggiore di un centimetro. Per le murature con malta, quando questa avrà fatto convenientemente presa, le connessure delle facce di paramento dovranno essere accuratamente stuccate. In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere, e da qualunque altra materia estranea, lavandole a grande acqua e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lasciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature. Il nucleo della muratura dovrà essere costruito sempre contemporaneamente ai rivestimenti esterni. Riguardo al magistero ed alla lavorazione della faccia vista in generale, ferme restando le prescrizioni suindicate, viene stabilito che, ove l'amministrazione non abbia provveduto direttamente prima della gara di appalto, l'appaltatore è obbligato a preparare, a proprie cure e spese, i campioni delle diverse lavorazioni per sottoporli all'approvazione del Direttore dei Lavori, al quale spetta esclusivamente giudicare se esse corrispondano alle prescrizioni del presente articolo. Senza tale approvazione l'appaltatore non può dar mano alla esecuzione dei paramenti delle murature di pietrame.

10.7 - Muratura mista di pietrame e mattoni

Le spigolature, le spallette, le lesene e le cinture o ricorsi vanno eseguiti in mattoni, mentre tutto il resto sarà in pietrame. Le cinture o liste vengono fatte con due filari di mattoni; la distanza tra una cintura e l'altra è normalmente uguale a nove spessori di mattoni (3 riseghe di tre corsi ciascuna – 63 cm.) e tra asse ed asse delle cinture 77 cm.

Questa muratura si inizia con un corso di mattoni, col quale si determina il contorno del blocco di muro, quindi si procede elevando i tre corsi della prima risega di mattoni presso le spallette o spigoli, i quali vengono a formare un pilastro di tre teste per l'intero spessore del muro; poi, assicurandosi con il piombino affinché vi sia una perfetta verticalità nei due sensi, e tirato il filo tra i due spigoli estremi del blocco murario, si dispongono i massi di pietra procedendo dai più voluminosi, avendo cura che i blocchi opposti si intersechino affiancandosi.

Disposti per tutto lo spazio tra le due riseghe estreme i massi di pietra più grossi, accostati in modo da lasciare il minimo spazio possibile tra di loro, sopra uno strato di malta sufficiente ma non troppo spesso, si avrà cura di premere sui massi man mano che questi vengono posati per farli aderire al letto di posa e di batterli con qualche colpo di martello. Si procederà quindi allo spianamento tra masso e masso con pietrame di grossezza minore assicurando sempre un piano di posa ottenuto con scaglie di pietra e malta, fino a formare una superficie livellata ad occhio e quasi esatta.

Si riprende poi la formazione della seconda risega con altri tre corsi, quindi si procede come precedentemente fino a raggiungere il piano della nuova cintura, imprigionando il pietrame nella risega centrale e chiudendolo superiormente con la cintura, che sarà disposta a perfetta orizzontalità, controllando ogni cintura mediante la bolla d'aria.

10.8 - Opere in marmo, pietra naturale ed artificiale

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 Capitolato o di quelle particolari impartite dalla Direzione dei Lavori all'atto dell'esecuzione; tutti i materiali dovranno avere le caratteristiche esteriori (grana, coloritura e venatura) e quelle essenziali della specie prescelta. Prima di cominciare i lavori, qualora l'Amministrazione appaltante non abbia provveduto prima dell'appalto, l'Appaltatore dovrà preparare a sue spese i campioni dei vari marmi o pietre e delle loro lavorazioni, e sottoporli all'approvazione della Direzione dei Lavori, alla quale spetterà in maniera esclusiva di giudicare se essi corrispondono alle prescrizioni; detti campioni, debitamente contrassegnati, resteranno depositati negli uffici della Direzione dei Lavori, quali termini di confronto e di riferimento. Per quanto ha riferimento con le dimensioni di ogni opera nelle sue parti componenti, la Direzione dei Lavori ha la facoltà di prescrivere le misure dei vari elementi di un'opera qualsiasi (rivestimento, copertina, cornice, pavimento, colonna, etc.), la formazione e disposizione dei vari conci e lo spessore delle lastre, come pure di precisare gli spartiti, la posizione dei giunti, la suddivisione dei pezzi, l'andamento della venatura, etc., secondo i particolari disegni costruttivi che la stessa Direzione dei Lavori potrà fornire all'Appaltatore all'atto dell'esecuzione, e quest'ultimo avrà l'obbligo di uniformarsi a tali norme, come ad ogni altra disposizione circa la formazione di modanature, scorniciature, gocciolatoi, etc. Per le opere di una certa importanza, la Direzione dei Lavori potrà, prima che esse vengano iniziate, ordinare all'Appaltatore la costruzione di modelli in gesso, anche in scala al vero, il loro collocamento in sito, nonché l'esecuzione di tutte le modifiche necessarie, il tutto a spese dell'Appaltatore stesso, sino ad ottenere l'approvazione, prima di procedere all'esecuzione della particolare fornitura. Per tutte le opere infine è fatto obbligo all'Appaltatore di rilevare e controllare, a propria cura e spese, la corrispondenza delle varie opere ordinate dalla Direzione dei Lavori 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 rispondenza dei pezzi all'atto della posa in opera; lo stesso avrà pure l'obbligo di apportare alle stesse, in corso di lavoro, tutte quelle modifiche che potessero essere richieste dalla Direzione dei Lavori. Le opere in marmo dovranno avere quella perfetta lavorazione che è richiesta dall'opera stessa, congiunzioni senza risalti e piani perfetti. Salvo contraria disposizione, i marmi dovranno essere di norma lavorati in tutte le facce viste a pelle liscia, arrotate e pomiciate. I marmi colorati dovranno presentare in tutti i pezzi le precise tinte e venature caratteristiche della specie prescelta. Potranno essere richiesti, quando la loro venatura si presti, con la superficie vista a spartito geometrico, a macchia aperta a libro o comunque giocata. La pietra da taglio da impiegare nelle costruzioni dovrà presentare la forma e le dimensioni di progetto, ed essere lavorata, secondo le prescrizioni che verranno impartite dalla Direzione dei Lavori all'atto dell'esecuzione, nei seguenti modi:

- a grana grossa;
- a grana ordinaria;
- a grana mezzo fina;
- a grana fina.

Per pietra da taglio a grana grossa si intenderà quella lavorata semplicemente con la grossa punta senza fare uso della martellina per lavorare le facce viste, né dello scalpellino per ricavarne gli spigoli netti. Verrà considerata come pietra da taglio a grana ordinaria quella le cui facce-viste saranno lavorate con la martellina a denti larghi. La pietra da taglio si intenderà lavorata a grana mezza fina o grana fina, se le facce predette saranno lavorate con la martellina a denti mezzani e, rispettivamente, a denti finissimi. In tutte le lavorazioni, esclusa quella a grana grossa, le facce esterne di ciascun concio della pietra da taglio dovranno avere gli spigoli vivi e ben cesellati per modo che le connessure fra concio e concio non eccedano la larghezza di 5 mm. per la pietra a grana ordinaria e di 3 mm. 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, nè stuccature in mastice o rattoppi. La pietra da taglio che presentasse tali difetti verrà rifiutata e l'Appaltatore sarà in obbligo di sostituirla immediatamente, anche se le scheggiature od ammanchi si verificassero dopo il momento della posa in opera, e ciò fino al collaudo. La pietra artificiale, ad imitazione della naturale, sarà costituita da conglomerato cementizio, formato con cementi adatti, sabbia silicea, ghiaino scelto, sottile, lavato e graniglia della stessa pietra naturale che s'intende imitare. Il conglomerato così formato sarà gettato entro apposite casseforme, costipando poi mediante battitura a mano o pressione meccanica. Il nucleo sarà dosato con non meno di q.li 3,50 di cemento per ogni m^3 di impasto normale e non meno di q.li 4.00 quando si tratti di elementi sottili, capitelli, targhe e simili. Le superfici in vista che dovranno essere gettate contemporaneamente al nucleo interno, saranno costituite, per uno spessore non inferiore a 2 cm., da un impasto più ricco formato con cemento bianco, graniglia di marmo, terre colorate e polvere della pietra naturale che si deve imitare. Le stesse superfici saranno lavorate all'utensile, dopo perfetto indurimento, in modo da presentare struttura identica, per l'apparenza della grana, tinta e lavorazione, alla pietra naturale imitata. Inoltre la parte superficiale sarà gettata con dimensioni esuberanti rispetto a quelle definitive, 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 approvato dalla Direzione dei Lavori. Per la posa in opera dei getti sopra descritti valgono le stesse precisazioni indicate per i marmi in genere. La dosatura e la stagionatura degli elementi di pietra artificiale devono essere tali che il conglomerato soddisfi alle seguenti condizioni:

- inalterabilità agli agenti atmosferici;
- resistenza alla rottura per schiacciamento superiore a Kg. 300 per cm^2 dopo 28 giorni;
- 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 aumenti di volume durante la presa nè successiva sfioritura e saranno resistenti alla luce.

Del materiale da impiegarsi l'Impresa presenterà campioni per l'approvazione.

10.9 - Paramenti in vista per le murature di pietrame

Per le facce viste delle murature di pietrame, secondo gli ordini della Direzione dei Lavori, potrà essere prescritta l'esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:

- con pietra rasa e teste scoperte (ad opera incerta);
- a mosaico greggio;
- con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;
- con pietra squadrata a corsi regolari.

Nel paramento con pietra rasa e teste scoperte (ad opera incerta) il pietrame dovrà essere scelto diligentemente fra il migliore e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana; le pareti esterne dei muri dovranno risultare bene allineate e non presentare alla prova del regolo rientranze o sporgenze maggiori di 25 mm. Le facce di posa e combaciamento delle pietre dovranno essere spianate ed adattate col martello in modo che il contatto dei pezzi avvenga in tutti i giunti per una rientranza non minore di 8 cm. La rientranza totale delle pietre di paramento non dovrà essere mai minore di 0,25 ml. e nelle connessioni esterne dovrà essere ridotto al minimo possibile l'uso delle scaglie. Nel paramento a mosaico greggio la faccia vista dei singoli pezzi dovrà essere ridotta col martello e la grossa punta a superficie perfettamente piana ed a figura poligonale, ed i singoli pezzi dovranno combaciare regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie. Nel paramento a corsi pressoché regolari il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadrati, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso, e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate alla prova del regolo rientranze o sporgenze non maggiori di 15 mm. Nel paramento a corsi regolari i conci dovranno essere perfettamente piani e squadrati, con la faccia vista rettangolare, lavorati a grana ordinaria; essi dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso, e qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori con differenza però fra due corsi successivi non maggiore di 5 cm. La Direzione dei Lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi, ed ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari di paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio. Tanto nel paramento a corsi pressoché regolari, quanto in quello a corsi regolari, non sarà tollerato l'impiego di scaglie nella faccia esterna; il combaciamento dei corsi dovrà avvenire per almeno un terzo della loro rientranza nelle facce di posa, e non potrà essere mai minore di 10 cm. nei giunti verticali. La rientranza dei singoli pezzi non sarà mai minore della loro altezza, né inferiore a 25 cm.; l'altezza minima dei corsi non dovrà mai essere minore di 20 cm. In entrambi i paramenti a corsi, lo sfalsamento di due giunti verticali consecutivi non dovrà essere minore di 10 cm. e le connessioni avranno larghezza non maggiore di 1 cm. Per tutti i tipi di paramento le pietre dovranno mettersi in opera alternativamente di punta in modo da assicurare il collegamento col nucleo interno della muratura. Per le murature con malta, quando questa avrà fatto convenientemente presa, le connessioni delle facce di paramento dovranno essere accuratamente stuccate. In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessioni fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere, e da qualunque altra materia estranea, lavandole con acqua

abbondante e riempiendo quindi le connessioni stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lisciandola con apposito ferro, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

10.10 - Muro a faccia vista delle murature in pietrame

Per le facce a vista delle murature di pietrame, secondo gli ordini della Direzione dei Lavori, potrà essere prescritta l'esecuzione delle seguenti speciali lavorazioni:

- con pietra rasa e teste scoperte (a opera incerta);
- a mosaico grezzo;
- con pietra squadrata a corsi pressoché regolari;
- con pietra squadrata a corsi regolari.

Nel paramento cosiddetto con pietra rasa e teste scoperte (a opera incerta), il pietrame dovrà essere scelto diligentemente fra il migliore e la sua faccia vista dovrà essere ridotta col martello a superficie approssimativamente piana. Le pareti esterne dei muri dovranno risultare bene allineate e non presentare rientranze o sporgenze maggiori di 25 mm.

Nel paramento definito a mosaico grezzo, la faccia vista dei singoli pezzi dovrà essere ridotta col martello e la grossa punta a superficie perfettamente piana e a figura poligonale e i singoli pezzi dovranno combaciare fra loro regolarmente, restando vietato l'uso delle scaglie. In tutto il resto si seguiranno le norme indicate per il paramento a pietra rasa.

Nel paramento cosiddetto a corsi pressoché regolari, il pietrame dovrà essere ridotto a conci piani e squadrati, sia col martello che con la grossa punta, con le facce di posa parallele fra loro e quelle di combaciamento normali a quelle di posa. I conci saranno posti in opera a corsi orizzontali di altezza che può variare da corso a corso e potrà non essere costante per l'intero filare. Nelle superfici esterne dei muri saranno tollerate rientranze o sporgenze non maggiori di 15 mm.

Nel paramento definito a corsi regolari, i conci dovranno essere perfettamente piani e squadrati, con la faccia vista rettangolare, lavorati a grana ordinaria. Dovranno avere la stessa altezza per tutta la lunghezza del medesimo corso e, qualora i vari corsi non avessero eguale altezza, questa dovrà essere disposta in ordine decrescente dai corsi inferiori ai corsi superiori, con differenza fra due corsi successivi non maggiore di 5 cm. La direzione dei lavori potrà anche prescrivere l'altezza dei singoli corsi e, ove nella stessa superficie di paramento venissero impiegati conci di pietra da taglio, per rivestimento di alcune parti, i filari di paramento a corsi regolari dovranno essere in perfetta corrispondenza con quelli della pietra da taglio. Per tutti i tipi di paramento le pietre dovranno mettersi in opera alternativamente di punta in modo da assicurare il collegamento col nucleo interno della muratura. In tutte le specie di paramenti la stuccatura dovrà essere fatta raschiando preventivamente le connessure fino a conveniente profondità per purgarle dalla malta, dalla polvere e da qualunque altra materia estranea, lavandole con acqua abbondante e riempiendo quindi le connessure stesse con nuova malta della qualità prescritta, curando che questa penetri bene dentro, comprimendola e lisciandola con apposito strumento, in modo che il contorno dei conci sui fronti del paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

11 Getti in conglomerato cementizio

11.1 - Confezionamento dei conglomerati cementizi

La confezione dei conglomerati cementizi dovrà essere eseguita con gli impianti preventivamente sottoposti all'esame della Direzione dei Lavori. Gli impianti di betonaggio saranno del tipo automatico o semiautomatico, con dosatura a peso degli aggregati, dell'acqua, degli additivi e del cemento; la dosatura del cemento dovrà sempre essere realizzata con bilancia indipendente e di adeguato maggior grado di precisione, dovrà essere controllato il contenuto di umidità degli aggregati. La dosatura effettiva degli aggregati dovrà essere realizzata con precisione del 3%; quella del cemento con precisione del 2%. Le bilance dovranno essere revisionate almeno una volta ogni due mesi e tarate all'inizio del lavoro e successivamente almeno una volta all'anno. Per l'acqua e gli additivi è ammessa anche la dosatura a volume; la dosatura effettiva dell'acqua dovrà essere realizzata con precisione del 2% ed i relativi dispositivo dovranno essere tarati almeno una volta al mese o comunque quando richiesto dalla Direzione dei Lavori. Il dispositivo di misura del cemento, dell'acqua e degli additivi dovranno essere del tipo individuale. Le bilance per la pesatura degli inerti possono essere di tipo cumulativo (peso delle varie pezzature con successione addizionale). Si dovrà disporre all'impianto, nel caso di guasto dell'apparecchiatura automatica di carico dei componenti, di tabelle riportanti le pesate cumulative dei componenti per tutte le miscele approvate e per le diverse quantità miscelate in funzione della variazione di umidità della sabbia. Gli inerti dovranno essere tassativamente ed accuratamente lavati in modo tale da eliminare materiali dannosi o polveri aderenti alla superficie. La percentuale di umidità nelle sabbie non dovrà, di massima, superare l'8% in peso di materiale secco. Gli inerti dovranno essere stoccati in quantità sufficiente a completare qualsiasi struttura che debba essere gettata senza interruzioni. Il luogo di deposito dovrà essere di dimensioni adeguate e consentire lo stoccaggio senza segregazione delle diverse pezzature che dovranno essere separate da appositi setti. Gli aggregati verranno prelevati in modo tale da garantire la rotazione continua dei volumi stoccati. I silos del cemento debbono garantire la perfetta tenuta nei riguardi dell'umidità atmosferica. Gli impasti dovranno essere confezionati in betoniere aventi capacità tale da contenere tutti gli ingredienti della pesata senza debordare. Il tempo e la velocità di mescolamento dovranno essere tali da produrre un conglomerato rispondente ai requisiti di omogeneità. Per quanto non specificato, vale la Norma UNI EN206. L'impasto dovrà risultare di consistenza uniforme ed omogeneo, uniformemente coesivo (tale cioè da essere trasportato e manipolato senza che si verifichi la separazione dei singoli elementi); lavorabile (in maniera che non rimangano vuoti nella massa o sulla superficie dei manufatti dopo eseguita la vibrazione in opera). Se al momento della posa in opera la consistenza del conglomerato cementizio non è quella prescritta, lo stesso non dovrà essere impiegato per l'opera ma scaricato in luogo appositamente destinato dall'Impresa. Tuttavia se la consistenza è minore di quella prescritta (minore slump) e il conglomerato cementizio è ancora nell'autobetoniera, la consistenza può essere portata fino al valore prescritto mediante aggiunta di additivi fluidificanti e l'aggiunta verrà registrata sulla bolla di consegna. La lavorabilità non potrà essere ottenuta con maggiore impiego di acqua di quanto previsto nella composizione del conglomerato cementizio. L'impiego di fluidificanti, aeranti, plastificanti, potrà essere autorizzato dalla Direzione dei Lavori, anche se non previsti negli studi preliminari. In questi casi, l'uso di aeranti e plastificanti sarà effettuato a cura e spese dell'Impresa, senza che questa abbia diritto a pretendere indennizzi o sovrapprezzi per tale titolo. La produzione ed il getto del conglomerato cementizio dovranno essere sospesi nel caso che la temperatura possa scenda al di sotto di 278 K (5 °C), se l'impianto di betonaggio non è dotato di un adeguato sistema di preriscaldamento degli inerti o dell'acqua tale da garantire che la temperatura dell'impasto, al momento del getto sia superiore a 287 K (14 °C). I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi quando la temperatura scende al di sotto di 263 K (-10 °C). Nel luogo di produzione ed in cantiere dovranno essere installati termometri atti a misurare la minima e la massima temperatura atmosferica giornaliera.

11.2 - Trasporto dei conglomerati cementizi

Il trasporto dei conglomerati cementizi dall'impianto di betonaggio al luogo di impiego dovrà essere effettuato con mezzi idonei al fine di evitare la possibilità di segregazione dei singoli componenti e comunque tali da evitare ogni possibilità di deterioramento del conglomerato cementizio medesimo. Saranno accettate in funzione della durata e della distanza di trasporto, le autobetoniere e le benne a scarico di fondo ed, eccezionalmente, i nastri trasportatori. Lo scarico dei componenti nel tamburo delle autobetoniere dovrà avvenire in modo che una parte

dell'acqua e di aggregato grosso venga scaricata prima del cemento e degli altri aggregati. Le betoniere dovranno essere esaminate periodicamente per verificare l'eventuale diminuzione di efficacia dovuta sia all'accumulo di conglomerato indurito o legante che per l'usura delle lame. Ogni carico di conglomerato cementizio dovrà essere accompagnato da una bolla sulla quale dovranno essere riportati:

- data;
- classe di conglomerato;
- tipo, classe e dosaggio di cemento;
- dimensione massima dell'aggregato;
- la classe di consistenza;
- i metri cubi trasportati;
- l'ora di partenza dall'impianto di confezionamento;
- la struttura a cui è destinato.

L'Impresa dovrà esibire detta documentazione alla Direzione dei Lavori. L'uso delle pompe sarà consentito a condizione che l'Impresa adotti, a sua cura e spese, provvedimenti idonei a mantenere il valore prestabilito del rapporto acqua/cemento del conglomerato cementizio alla bocca di uscita della pompa; non saranno ammessi gli autocarri a cassone o gli scivoli. L'omogeneità e la lavorabilità dell'impasto saranno controllati, all'atto dello scarico, con le prove specifiche previste. Se il conglomerato cementizio viene pompato, il valore dello "slump" dovrà essere misurato prima dell'immissione nella pompa. In ogni caso il tempo intercorrente tra il confezionamento all'impianto ed il getto non dovrà essere superiore ai 90 minuti. È facoltà della Direzione dei Lavori di rifiutare carichi di conglomerato cementizio non rispondenti ai requisiti prescritti.

11.3 - Modalità esecutive e verifica della corretta posizione delle armature

L'appaltatore dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari affinché le gabbie mantengano la posizione di progetto all'interno delle casseforme durante il getto. Prima dell'esecuzione del getto la direzione dei lavori dovrà verificare:

- la corretta posizione delle armature metalliche;
- la rimozione di polvere, terra, ecc., dentro le casseformi;
- i giunti di ripresa delle armature;
- la bagnatura dei casseri;
- le giunzioni tra i casseri;
- la pulitura dell'armatura da ossidazioni metalliche superficiali;
- la stabilità delle casseformi, etc.

I getti devono essere eseguiti a strati di spessore limitato per consentirne la vibrazione completa ed evitare il fenomeno della segregazione dei materiali, spostamenti e danni alle armature, guaine, ancoraggi, etc. Il calcestruzzo pompabile deve avere una consistenza semifluida, con uno slump non inferiore a 10-15 cm. Inoltre, l'aggregato deve avere diametro massimo non superiore ad 1/3 del diametro interno del tubo della pompa. Le pompe a rotore o a pistone devono essere impiegate per calcestruzzo avente diametro massimo dell'aggregato non inferiore a 15 mm. In caso di uso di pompe a pistone devono adoperarsi le necessarie riduzioni del diametro del tubo in relazione al diametro massimo dell'inerte che non deve essere superiore a 1/3 del diametro interno del tubo di distribuzione. Le pompe pneumatiche devono adoperarsi per i betoncini e le malte o pasta di cemento. La Direzione dei Lavori, durante l'esecuzione del getto del calcestruzzo, dovrà verificare la profondità degli strati e la distribuzione uniforme entro le casseformi, l'uniformità della compattazione senza fenomeni di segregazione e gli accorgimenti per evitare danni dovuti alle vibrazioni o urti alle strutture già gettate.

L'appaltatore ha l'onere di approntare i necessari accorgimenti per proteggere le strutture appena gettate dalle condizioni atmosferiche negative o estreme, quali pioggia, freddo, caldo. La superficie dei getti deve essere mantenuta umida per almeno 15 giorni e comunque fino a 28 giorni dall'esecuzione, in climi caldi e secchi. Non si deve mettere in opera calcestruzzo a temperature minori di 0 °C, salvo il ricorso a opportune cautele autorizzate dalla Direzione dei Lavori.

11.4 - Realizzazione delle gabbie delle armature per cemento armato

Le gabbie di armatura dovranno essere, per quanto possibile, composte fuori opera. In ogni caso, in corrispondenza di tutti i nodi dovranno essere eseguite legature doppie incrociate in filo di ferro ricotto di diametro non inferiore a 0,6 mm., in modo da garantire l'invariabilità della geometria della gabbia durante il getto. Nel caso di gabbie assemblate con parziale saldatura l'acciaio dovrà essere del tipo saldabile.

La posizione delle armature metalliche entro i casseri dovrà essere garantita utilizzando esclusivamente opportuni distanziatori in materiale plastico non deformabile oppure di malta o pasta cementizia, in modo da rispettare il copriferro prescritto.

11.5 - Ancoraggio delle barre e loro giunzioni

Le armature longitudinali devono essere interrotte ovvero sovrapposte preferibilmente nelle zone compresse o di minore sollecitazione. La continuità fra le barre può effettuarsi mediante:

- sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso, la lunghezza di sovrapposizione nel tratto rettilineo deve essere non minore di venti volte il diametro della barra. La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non deve superare quattro volte il diametro;
- saldature, eseguite in conformità alle norme in vigore sulle saldature. Devono essere accertate la saldabilità degli acciai che vengono impiegati, nonché la compatibilità fra metallo e metallo di apporto, nelle posizioni o condizioni operative previste nel progetto esecutivo;
- giunzioni meccaniche per barre di armatura. Tali tipi di giunzioni devono essere preventivamente validati mediante prove sperimentali.

Per le barre di diametro $\varnothing > 32$ mm. occorrerà adottare particolari cautele negli ancoraggi e nelle sovrapposizioni.

L'appaltatore dovrà consegnare preventivamente al direttore dei lavori le schede tecniche dei prodotti da utilizzare per le giunzioni.

11.6 - Posa in opera dei conglomerati cementizi

I getti dovranno essere iniziati solo dopo la verifica degli scavi, delle casseforme e delle armature metalliche da parte della Direzione dei Lavori. La posa in opera sarà eseguita con ogni cura ed a regola d'arte, dopo aver preparato accuratamente e rettificati i piani di posa, le casseforme, i cavi da riempire e dopo aver posizionato le armature metalliche. Nel caso di getti contro terra, roccia, etc., si deve controllare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante o di collegamento, siano eseguiti in conformità alle disposizioni di progetto e delle presenti Norme. I getti dovranno risultare perfettamente conformi ai particolari costruttivi di progetto ed alle prescrizioni della Direzione dei Lavori; si avrà cura che in nessun caso si verifichino cedimenti dei piani di appoggio e delle pareti di contenimento. Le casseforme dovranno essere atte a garantire superfici di getto regolari ed a perfetta regola d'arte; in tal senso l'Impresa provvederà, a sua cura e spese, alla posa di opportuni ponteggi ed impalcature, previa presentazione ed approvazione da parte della Direzione dei Lavori dei relativi progetti. Dovranno essere impiegati prodotti disarmanti aventi i requisiti di cui alle specifiche della Norma UNI 8866; le modalità di applicazione dovranno essere quelle indicate dal produttore evitando accuratamente aggiunte eccessive e ristagni di prodotto sul fondo delle casseforme. La Direzione dei Lavori eseguirà un controllo della quantità di disarmante impiegato in relazione allo sviluppo della

superficie di casseforme trattate; dovrà essere controllato inoltre che il disarmante impiegato non macchi o danneggi la superficie del conglomerato. A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione specifica escludendo i lubrificanti di varia natura.
Dal giornale lavori del cantiere dovrà risultare la data di inizio e di fine dei getti e del disarmo. Se il getto dovesse essere effettuato durante la stagione invernale, l'Impresa dovrà tenere registrati giornalmente i minimi di temperatura desunti da un apposito termometro esposto nello stesso cantiere di lavoro. Il conglomerato cementizio sarà posto in opera e assestato con ogni cura in modo che le superfici esterne si presentino lisce e compatte, omogenee e perfettamente regolari ed esenti anche da macchie o chiazze. Per la finitura superficiale delle solette è prescritto l'uso di piastre vibranti o attrezzature equivalenti; la regolarità dei getti dovrà essere verificata con un'asta rettilinea della lunghezza di 2,00 ml., che in ogni punto dovrà aderirvi uniformemente nelle due direzioni longitudinale e trasversale, saranno tollerati soltanto scostamenti inferiori a 10 mm. Eventuali irregolarità o sbavature dovranno essere asportate mediante bocciardatura e i punti incidentalmente difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta fine di cemento, immediatamente dopo il disarmo, ciò qualora tali difetti o irregolarità siano contenuti nei limiti che la Direzione dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, riterrà tollerabili fermo restando in ogni caso che le suddette operazioni ricadranno esclusivamente e totalmente a carico dell'Impresa. Quando le irregolarità siano mediamente superiori a 10 mm., la Direzione dei Lavori ne imporrà la regolarizzazione a totale cura e spese dell'Impresa mediante uno strato di materiali idonei che, a seconda dei casi e ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori potrà essere costituito da:

- malta fine di cemento;
- conglomerato bituminoso del tipo usura fine, per spessori non inferiori a 15 mm.

Eventuali ferri (filo, chiodi, reggette) che con funzione di legatura di collegamento casseri od altro, dovessero sporgere da getti finiti, dovranno essere tagliati almeno 0,5 cm. sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento. Viene poi prescritto che, dovunque sia possibile, gli elementi dei casseri vengano fissati nella esatta posizione prevista utilizzando fili metallici liberi di scorrere entro tubetti di materiale PVC o simile, di colore grigio, destinati a rimanere incorporati nel getto di conglomerato cementizio, armato o non armato. Lo scarico del conglomerato dal mezzo di trasporto dovrà avvenire con tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione. A questo scopo il conglomerato dovrà cadere verticalmente al centro della cassaforma e sarà steso in strati orizzontali di spessore limitato e comunque non superiore a 50 cm. misurati dopo la vibrazione. L'altezza di caduta libera del conglomerato fresco non dovrà mai essere superiore a 100 cm. misurati dall'uscita dello scivolo o dalla bocca del tubo convogliatore. È vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore. Durante la posa in opera i vespai di ghiaia, eventualmente formatisi, dovranno essere dispersi prima della vibrazione del conglomerato cementizio. Per getti in pendenza, dovranno essere predisposti dei cordolini di arresto che evitino la formazione di lingue di conglomerato cementizio troppo sottili per essere vibrate efficacemente. Gli apparecchi, i tempi e le modalità per la vibrazione saranno quelli preventivamente approvati dalla Direzione dei Lavori. L'Impresa dovrà porre particolare cura nella realizzazione dei giunti di dilatazione o contrazione di tipo impermeabile (waterstop), o giunti speciali aperti, a cunei, secondo le indicazioni di progetto. Quando il conglomerato cementizio deve essere gettato in presenza d'acqua si dovranno adottare gli accorgimenti approvati dalla Direzione dei Lavori, necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi la normale maturazione. La massa volumica del conglomerato cementizio indurito, misurata secondo la Norma UNI EN12350 su provini prelevati dalla struttura, non dovrà risultare inferiore al 97% della massa volumica della miscela fresca misurata nelle prove di qualificazione e/o di quella dichiarata nel mix design.

11.7 - Compattazione del getto mediante vibrazione
La vibrazione consiste nell'imporre al calcestruzzo fresco rapide vibrazioni che fluidificano la malta e drasticamente riducono l'attrito interno esistente tra gli aggregati. In questa condizione, il calcestruzzo si assesta per effetto della forza di gravità, fluisce nelle casseforme, avvolge le armature ed espelle l'aria intrappolata. Al termine della vibrazione, l'attrito interno ristabilisce lo stato di quiete e il calcestruzzo risulta denso e compatto. I vibratori possono essere interni ed esterni.
I vibratori interni, detti anche *a immersione* o *ad ago*, sono i più usati nei cantieri. Essi sono costituiti da una sonda o ago, contenente un albero eccentrico azionato da un motore tramite una trasmissione flessibile. Il loro raggio d'azione, in relazione al diametro, varia tra 0,2 e 0,6 ml., mentre la frequenza di vibrazione, quando il vibratore è immerso nel calcestruzzo, è compresa tra 90 e 250 H_z.
L'uso dei vibratori non deve essere prolungato, per non provocare la separazione dei componenti il calcestruzzo per effetto della differenza del peso specifico e il rifluimento verso l'alto dell'acqua di impasto con conseguente trasporto di cemento. Per effettuare la compattazione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato da punto a punto nel calcestruzzo, con tempi di permanenza che vanno dai 5 ai 30 secondi. L'effettivo completamento della compattazione può essere valutato dall'aspetto della superficie, che non deve essere né porosa né eccessivamente ricca di malta. L'estrazione dell'ago deve essere graduale ed effettuata in modo da permettere la chiusura dei fori da esso lasciati. L'ago deve essere introdotto per l'intero spessore del getto fresco e per 5-10 cm in quello sottostante, se questo è ancora lavorabile. In tal modo, si ottiene un adeguato legame tra gli strati e si impedisce la formazione di un giunto freddo tra due strati di getti sovrapposti. I cumuli che inevitabilmente si formano quando il calcestruzzo è versato nei casseri devono essere livellati inserendo il vibratore entro la loro sommità. Per evitare la segregazione, il calcestruzzo non deve essere spostato lateralmente con i vibratori mantenuti in posizione orizzontale, operazione che comporterebbe un forte affioramento di pasta cementizia con contestuale sedimentazione degli aggregati grossi. La vibrazione ottenuta affiancando il vibratore alle barre d'armatura è tollerata solo se l'addensamento tra le barre impedisce l'ingresso del vibratore e a condizione che non ci siano sottostanti strati di calcestruzzo in fase d'indurimento.
Qualora il getto comporti la messa in opera di più strati, si dovrà programmare la consegna del calcestruzzo in modo che ogni strato sia disposto sul precedente quando questo è ancora allo strato plastico, così da evitare i giunti freddi. I vibratori esterni sono utilizzati generalmente negli impianti di prefabbricazione ma possono comunque essere utilizzati anche nei cantieri quando la struttura è complessa o l'addensamento delle barre d'armatura limita o impedisce l'inserimento di un vibratore a immersione. I vibratori superficiali applicano la vibrazione tramite una sezione piana appoggiata alla superficie del getto: in questo modo il calcestruzzo è sollecitato in tutte le direzioni e la tendenza a segregare è minima. Un martello elettrico può essere usato come vibratore superficiale se combinato con una piastra d'idonea sezione. Per consolidare sezioni sottili è utile l'impiego di rulli vibranti.

11.8 - Riprese del getto
La Direzione dei Lavori avrà la facoltà di prescrivere, ove e quando lo ritenga necessario, che i getti vengano eseguiti senza soluzione di continuità così da evitare ogni ripresa, anche se ciò comporta che il lavoro debba essere condotto a turni ed anche in giornate festive, e senza che l'Impresa non potrà avanzare richiesta alcuna di maggiore compensi. Nel caso ciò non fosse possibile, prima di effettuare la ripresa, la superficie di conglomerato cementizio indurito dovrà essere accuratamente pulita, lavata, spazzolata ed eventualmente scalfita fino a diventare sufficientemente rugosa da garantire una perfetta aderenza tra i getti successivi. Tra le diverse riprese di getto non si dovranno avere distacchi, discontinuità o differenze di aspetto e colore.

11.9 - Posa in opera con clima freddo
Il clima si definisce freddo quando la temperatura risulta inferiore a 278 K (5 °C); valgono le prescrizioni riportate nella presente sezione. Si dovrà controllare comunque che la temperatura del conglomerato cementizio appena miscelato non sia inferiore a 287 K (14 °C) e che non siano congelate o innevate le superfici di fondo o di contenimento del getto. I getti all'esterno dovranno comunque essere sospesi quando la temperatura scende al di sotto di 263 K (-10 °C).

11.10 - Posa in opera con clima caldo

Se durante le operazioni di getto la temperatura dell'aria supera i 306 K (33 °C), la temperatura dell'impasto non dovrà superare i 298 K (25 °C), per getti massivi tale limite dovrà essere convenientemente abbassato. Al fine di abbassare la temperatura del conglomerato cementizio potrà essere usato ghiaccio in sostituzione di parte dell'acqua di impasto. Per ritardare la presa e per facilitare la posa e la finitura del conglomerato cementizio potranno essere eventualmente impiegati additivi ritardanti di presa preventivamente autorizzati dalla Direzione dei Lavori. È tassativo l'obbligo di adottare adeguati sistemi di protezione delle superfici esposte. Per i tempi di rimozione dei casseri si dovrà rispettare quanto previsto nella Norma UNI EN206.

11.11 - Prevenzione delle fessure da ritiro plastico

A getto ultimato dovrà essere curata la stagionatura dei conglomerati cementizi in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici esposte all'aria dei medesimi e la conseguente formazione di fessure da ritiro plastico, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei allo scopo, fermo restando che il sistema proposto dall'Impresa dovrà essere approvato dalla Direzione dei Lavori. A questo fine le superfici del conglomerato cementizio non protette dalle casseforme dovranno essere mantenute umide il più a lungo possibile e comunque per almeno 7 d, sia per mezzo di prodotti antievaporanti (curing), da applicare a spruzzo subito dopo il getto, sia mediante continua bagnatura, sia con altri sistemi idonei.

I prodotti antievaporanti (curing) ed il loro dosaggio dovranno essere approvati dalla Direzione dei Lavori; le loro caratteristiche dovranno essere conformi a quanto indicato nella Norma UNI 8656 : tipi 1 e 2. La costanza della composizione dei prodotti antievaporanti dovrà essere verificata, a cura della Direzione dei Lavori ed a spese dell'Impresa, al momento del loro approvvigionamento. In particolare per le solette, che sono soggette all'essiccamento prematuro ed alla fessurazione da ritiro plastico che ne deriva, è fatto obbligo di applicare sistematicamente i prodotti antievaporanti di cui sopra.

È ammesso in alternativa l'impiego, anche limitatamente ad uno strato superficiale di spessore non minore di 20 cm., di conglomerato cementizio rinforzato da fibre di resina sintetica di lunghezza da 20 a 35 mm., di diametro di alcuni millesimi di millimetro aggiunti nella betoniera e dispersi uniformemente nel conglomerato cementizio, in misura di 0,5-1,5 kg/m^3. Nel caso che sulle solette si rilevino manifestazioni di ritiro plastico con formazione di fessure di apertura superiore a 0,3 mm., l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione ed al rifacimento delle strutture danneggiate. Di norma viene esclusa la accelerazione dei tempi di maturazione con trattamenti termici per i conglomerati gettati in opera. In casi particolari la Direzione dei Lavori potrà autorizzare l'uso di tali procedimenti dopo l'esame e verifica diretta delle modalità proposte, che dovranno rispettare comunque quanto previsto in progetto.

11.12 - Protezione in generale del getto

La protezione consiste nell'impedire, durante la fase iniziale del processo di indurimento:

- l'essiccazione della superficie del calcestruzzo, perché l'acqua è necessaria per l'idratazione del cemento e, nel caso in cui si impieghino cementi di miscela, per il progredire delle reazioni pozzolaniche; inoltre serve a impedire che gli strati superficiali del manufatto indurito risultino porosi. L'essiccazione prematura rende il copriferro permeabile e quindi scarsamente resistente alla penetrazione delle sostanze aggressive presenti nell'ambiente di esposizione;
- il congelamento dell'acqua d'impasto prima che il calcestruzzo abbia raggiunto un grado adeguato di indurimento;
- che i movimenti differenziali, dovuti a differenze di temperatura attraverso la sezione del manufatto, siano di entità tale da generare fessure.

I metodi di stagionatura proposti dall'appaltatore dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del direttore dei lavori, che potrà richiedere le opportune verifiche sperimentali.

Durante il periodo di stagionatura protetta, si dovrà evitare che i getti di calcestruzzo subiscano urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

Il metodo di stagionatura prescelto dovrà assicurare che le variazioni termiche differenziali nella sezione trasversale delle strutture, da misurare con serie di termocoppie, non provochino fessure o cavillature tali da compromettere le caratteristiche del calcestruzzo indurito. Tali variazioni termiche potranno essere verificate direttamente nella struttura mediante serie di termocoppie predisposte all'interno del cassero nella posizione indicata dal progettista.

L'appaltatore dovrà evitare congelamenti superficiali o totali di strutture in cemento armato sottili oppure innalzamenti di temperatura troppo elevati con conseguente abbattimento delle proprietà del calcestruzzo indurito nel caso di strutture massive.

11.13 - Disarmo del getto

Durante il periodo della stagionatura i getti dovranno essere riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere. La rimozione dell'armatura di sostegno dei getti potrà essere effettuata quando siano state sicuramente raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'Impresa dovrà attenersi a quanto prescritto dal D.M. 14 gennaio 2008 - "Norme tecniche per le costruzioni". Si dovrà controllare che il disarmante impiegato non manchi o danneggi la superficie del conglomerato. A tale scopo saranno usati prodotti efficaci per la loro azione chimica, escludendo i lubrificanti di varia natura. La Direzione dei Lavori potrà prescrivere che le murature di calcestruzzo vengano rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, laterizi od altri materiali da costruzione. In tal caso i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti in modo da consentirne l'adattamento e l'ammorsamento.

11.14 - Predisposizione di fori, tracce, cavità

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni progettuali esecutivi, per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, ecc., per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, etc.

11.15 - Casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione

Per tali opere provvisorie l'Impresa porterà alla preventiva conoscenza della Direzione dei Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la esclusiva responsabilità dell'Impresa stessa per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto dovrà comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo. Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno, delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'Impresa è tenuta a rispettare le norme, le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata ed in parte isolare per:

- l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, etc.;
- le interferenze con servizi di soprasuolo o di sottosuolo.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché in ogni punto della struttura la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme. Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompressi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ed essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle strutture e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto. Per i getti di superficie

in vista dovranno essere impiegate casseforme speciali atte a garantire rifiniture perfettamente piane, lisce e prive di qualsiasi irregolarità. La Direzione dei Lavori si riserva, a suo insindacabile giudizio, di autorizzare l'uso di casseforme in legno; esse dovranno però essere eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianza sulle facce in vista del getto. La superficie esterna dei getti in conglomerato cementizio dovrà essere esente da nidi di ghiaia, bolle d'aria, concentrazione di malta fine, macchie od altro che ne pregiudichi l'uniformità e la compattezza e ciò sia ai fini della durabilità dell'opera che dell'aspetto estetico. Le parti componenti i casseri dovranno risultare a perfetto contatto per evitare la fuoriuscita di boiacca cementizia. Nel caso di casseratura a perdere, inglobata nell'opera, si dovrà verificare la sua funzionalità se è elemento portante e che non sia dannosa se è elemento accessorio. I casseri dovranno essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito. Si dovrà far uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui che non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio. Su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto. Se verranno impiegate casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto e, qualora espressamente previsto nel progetto, si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata nel qual caso la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto. Qualora sia prevista la realizzazione di conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'impiego dei disarmanti dovrà essere subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto non alteri il colore.

11.16 - Prescrizioni specifiche per il calcestruzzo a faccia vista

Affinché il colore superficiale del calcestruzzo, determinato dalla sottile pellicola di malta che si forma nel getto a contatto con la cassaforma, risulti il più possibile uniforme, il cemento utilizzato in ciascuna opera dovrà provenire dallo stesso cementificio ed essere sempre dello stesso tipo e classe. La sabbia invece dovrà provenire dalla stessa cava e avere granulometria e composizione costante. Le opere o i costituenti delle opere a faccia a vista, che dovranno avere lo stesso aspetto esteriore, dovranno ricevere lo stesso trattamento di stagionatura. In particolare, si dovrà curare che l'essiccamento della massa del calcestruzzo sia lento e uniforme.

Si dovranno evitare condizioni per le quali si possano formare efflorescenze sul calcestruzzo. Qualora queste apparissero, sarà onere dell'appaltatore eliminarle tempestivamente mediante spazzolatura, senza impiego di acidi. Le superfici finite e curate - come indicato ai punti precedenti - dovranno essere adeguatamente protette, se le condizioni ambientali e di lavoro saranno tali da poter essere causa di danno in qualsiasi modo alle superfici stesse. Si dovrà evitare che vengano prodotte sulla superficie finita scalfitture, macchie o altri elementi che ne pregiudichino la durabilità o l'estetica. Si dovranno evitare inoltre macchie di ruggine dovute alla presenza temporanea dei ferri di ripresa. In tali casi, occorrerà prendere i dovuti provvedimenti, evitando che l'acqua piovana scorra sui ferri e successivamente sulle superfici finite del getto. Qualsiasi danno o difetto della superficie finita del calcestruzzo dovrà essere eliminato a cura dell'appaltatore, con i provvedimenti preventivamente autorizzati dal Direttore dei Lavori.

Tutti gli elementi, metallici e non, utilizzati per la legatura e il sostegno dei casseri dovranno essere rimossi dopo la scasseratura.

35 Controlli sui calcestruzzi in corso d'opera

35.1 - Finalità

Le Nuove norme tecniche per le costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008 "*Nuove norme tecniche per le costruzioni*") prevedono esplicitamente (paragrafo 11.2.5) l'effettuazione di un controllo di accettazione del calcestruzzo in relazione alla resistenza caratteristica a compressione prescritta. Qualora i valori di resistenza a compressione dei provini prelevati durante il getto non soddisfino i criteri di accettazione della classe di resistenza caratteristica prevista nel progetto o qualora sorgano dubbi sulla qualità del calcestruzzo, è facoltà del direttore dei lavori richiedere l'effettuazione di prove direttamente sulle strutture. In questi casi, si dovrà tenere nel debito conto gli effetti che sui prelievi in opera hanno avuto la posa in opera e la stagionatura del calcestruzzo. Per tale ragione, la verifica o il prelievo del calcestruzzo indurito non possono essere sostitutivi dei controlli d'accettazione da eseguirsi su provini prelevati e stagionati in conformità alle relative norme UNI. La conformità della resistenza non implica necessariamente la conformità nei riguardi della durabilità o di altre caratteristiche specifiche del calcestruzzo messo in opera. Analogamente, la non conformità della resistenza valutata in una posizione non implica la non conformità di tutto il calcestruzzo messo in opera.

La stima della resistenza in situ dalla struttura può essere richiesta anche ai fini della valutazione della sicurezza di edifici esistenti, per esempio quando ricorra uno dei seguenti casi:

- riduzione evidente della capacità resistente di elementi strutturali;
- azioni ambientali (sisma, vento, neve e temperatura) che abbiano compromesso la capacità resistente della struttura;
- degrado e decadimento delle caratteristiche meccaniche dei materiali (in relazione alla durabilità dei materiali stessi);
- verificarsi di azioni eccezionali (urti, incendi, esplosioni) significative e di situazioni di funzionamento e uso anomalo;
- distorsioni significative imposte da deformazioni del terreno di fondazione;
- provati errori di progetto o esecuzione;
- cambio della destinazione d'uso della costruzione o di parti di essa, con variazione significativa dei carichi variabili;
- interventi non dichiaratamente strutturali (impiantistici, di ridistribuzione degli spazi, ecc.) qualora essi interagiscano, anche solo in parte, con elementi aventi funzione strutturale.

Le modalità d'indagine, ovviamente, sanno diversificate a seconda che sia necessario:

- stimare la stabilità di un'intera struttura;
- determinare la qualità di singoli elementi.

In ogni caso, il numero di campioni prelevati dipende:

- dal grado di fiducia che si intende affidare alla stima della resistenza;
- dalla variabilità dei dati o risultati che si presume di ottenere.

35.2 - Pianificazione delle prove in opera

Le regioni di prova, da cui devono essere estratti i campioni o sulle quali saranno eseguite le prove sul calcestruzzo in opera, devono essere scelte in modo da permettere la valutazione della resistenza meccanica della struttura o di una sua parte interessata all'indagine secondo i criteri previsti dalla UNI EN 13791. Le aree e i punti di prova devono essere preventivamente identificati e selezionati in relazione agli obiettivi. La dimensione e la localizzazione dei punti di prova dipendono dal metodo prescelto, mentre il numero di prove da effettuare dipende dall'affidabilità desiderata nei risultati. La definizione e la divisione in regioni di prova di una struttura, presuppongono che i prelievi o i risultati di una regione appartengano statisticamente e qualitativamente a una medesima popolazione di calcestruzzo.

Nella scelta delle aree di prova si deve tener conto che, in ogni elemento strutturale eseguito con getto continuo, la resistenza del calcestruzzo in opera diminuisce progressivamente dal basso verso l'alto. Nel caso in cui si voglia valutare la capacità portante di una struttura, le regioni di prova devono essere concentrate nelle zone più sollecitate dell'edificio. Nel caso in cui si voglia valutare il tipo o l'entità di un danno, invece, le regioni di prova devono essere concentrate nelle zone dove si è verificato il danno o si suppone sia avvenuto. In quest'ultimo caso, per poter effettuare un confronto, è opportuno saggiare anche una zona non danneggiata.

35.3 - Predisposizione delle aree di prova

Le aree e le superfici di prova vanno predisposte in relazione al tipo di prova che s'intende eseguire, facendo riferimento al fine cui le prove sono destinate, alle specifiche norme UNI e alle indicazioni del produttore dello strumento di prova.

In linea di massima e salvo quanto sopra indicato, le aree di prova devono essere prive di evidenti difetti che possano inficiare il risultato e la significatività delle prove stesse (vespai, vuoti, occlusioni, etc.), di materiali estranei al calcestruzzo (intonaci, collanti, impregnanti, etc.), nonché di polvere e impurità in genere. L'eventuale presenza di materiale estraneo e/o di anomalie sulla superficie deve essere registrata sul verbale di prelievo e/o di prova. In relazione alla finalità dell'indagine, i punti di prelievo o di prova possono essere localizzati in modo puntuale, per valutare le proprietà di un elemento oggetto d'indagine o casuale, per valutare una partita di calcestruzzo indipendentemente dalla posizione. In quest'ultimo caso, il campionamento dovrebbe essere organizzato in modo da stimare tutta la popolazione del calcestruzzo costituente il lotto.

Dal numero di carote estratte o di misure non distruttive effettuate dipende la significatività della stima della resistenza.

La tabella seguente riporta, in maniera sintetica e a scopo esemplificativo, i vantaggi e gli svantaggi dei metodi d'indagine più comuni.

Metodo di prova	Costo	Velocità di esecuzione	Danno apportato alla struttura	Rappresentatività dei dati ottenuti	Qualità della correlazione fra la grandezza misurata e la resistenza
Carotaggio	Elevato	Lenta	Moderato	Moderata	Ottima
Indice di rimbalzo	Molto basso	Veloce	Nessuno	Interessa solo la superficie[1]	Debole
Velocità di propagazione di ultrasuoni	Basso	Veloce	Nessuno	Buona (riguarda tutto lo spessore)	Moderata[2]
Estrazione di inserti	Moderato	Veloce	Limitato	Interessa solo la superficie	Buona
Resistenza alla penetrazione	Moderato	Veloce	Limitato	Interessa solo la superficie	Moderata

[1] La singola determinazione è influenzata anche dallo stato della superficie dell'area di prova (umidità, carbonatazione, etc.).
[2] La misura si correla bene con il modulo elastico del materiale. La bontà della correlazione tra modulo elastico e resistenza meccanica può dipendere dalle caratteristiche del conglomerato.

I metodi più semplici e che arrecano il minor danno alle superfici delle strutture, quali l'indice di rimbalzo e la velocità di propagazione, richiedono, per la predizione della resistenza, calibrazioni complesse. L'indagine mediante carotaggio, invece, non richiede (quasi) correlazione per l'interpretazione dei dati ma, per contro, provoca un danno elevato e risulta lenta e costosa. Il carotaggio è, comunque, il metodo di riferimento per la calibrazione (taratura) di tutti i metodi non distruttivi o parzialmente distruttivi. Nella scelta della metodologia si deve tener conto delle specifiche capacità e caratteristiche.

L'indice di rimbalzo permette di valutare le caratteristiche anche dopo breve periodo di maturazione, ma il risultato riguarda solo la superficie esterna.

La velocità di propagazione, generalmente, operando per trasparenza, richiede l'accessibilità di due superfici opposte e fornisce indicazioni sulla qualità del conglomerato all'interno della struttura.

La misura della resistenza alla penetrazione e della forza di estrazione caratterizzano la superficie esterna (più in profondità dell'indice di rimbalzo). La prima è più idonea a saggiare elementi di grosse dimensioni, la seconda è più adatta anche per elementi di ridotte dimensioni. La numerosità dei punti di prova è un compromesso tra accuratezza desiderata, tempo d'esecuzione, costo e danno apportato alla struttura.

A titolo esemplificativo, la tabella successiva riporta alcune indicazioni circa i valori tipici di riferimento per la variabilità e i limiti di confidenza nella stima della resistenza ottenibili con diversi metodi di prova. La stessa tabella riporta un'indicazione di massima riguardante il numero minimo di prove da effettuare in una specifica area di prova.

Metodo di prova	Coefficiente di variazione dei valori ottenuti su un elemento strutturale di buona qualità (%)	Limiti di confidenza (±%) al 95% nella stima della resistenza	Numero di prove o di campioni relativo ad un'area di prova
Carotaggio	10	10	3
Indice di rimbalzo	4	25	12
Velocità di propagazione	2,5	20	1
Resistenza alla penetrazione	4	20	3
Forza d'estrazione	15	15	9

35.4 - Elaborazione dei risultati

Un'indagine mirata alla stima della resistenza in opera comporta genericamente l'esame di risultati provenienti da prove di resistenza meccanica su carote e/o di dati ottenuti da metodi non distruttivi. Se la numerosità (complessiva) dei risultati relativi a un'area di prova è pari a tre, numero minimo accettabile, si può stimare solamente la resistenza media. Si ribadisce che per stimare la resistenza caratteristica del calcestruzzo in opera bisogna fare riferimento al procedimento previsto dalla norma UNI EN 13791.

35.5 - Carotaggi

La valutazione della resistenza meccanica del calcestruzzo *in situ* può essere formulata sulla scorta dei risultati ottenuti in laboratorio da prove di compressione eseguite su campioni cilindrici (carote) prelevati dalle strutture in numero non inferiore a tre. L'ubicazione dei prelievi o carotaggi deve essere effettuata in maniera da non arrecare danno alla stabilità della struttura. I fori devono essere ripristinati con malte espansive e a ritiro compensato.

Il carotaggio può risultare improprio per verificare le caratteristiche di calcestruzzi di bassa resistenza ($R_c \leq 20$ N/mm²) o alle brevi scadenze, poiché sia il carotaggio sia la lavorazione delle superfici possono sgretolare e compromettere l'integrità del conglomerato di resistenza ridotta.

Ai fini della determinazione della resistenza a compressione del calcestruzzo in situ è necessario applicare i necessari fattori di correzione poiché i risultati forniti dalla prova a compressione delle carote non corrispondono esattamente a quelli che si otterrebbero con le prove a compressione condotte su cubi confezionati durante il getto, a causa della diversità dell'ambiente di maturazione, della direzione del getto rispetto a quella di carotaggio, dei danni prodotti dall'estrazione, etc. I fattori di influenza sono quelli descritti dall'allegato A alla norma UNI EN 13791.

a - Generalità

Si devono prendere in considerazione le seguenti avvertenze:

- il diametro delle carote deve essere almeno superiore a tre volte il diametro massimo degli aggregati (i diametri consigliati sono compresi tra 75 e 150 mm.);
- le carote destinate alla valutazione della resistenza non dovrebbero contenere ferri d'armatura (si devono scartare i provini contenenti barre d'armatura inclinate o parallele all'asse);
- per ottenere la stima attendibile della resistenza di un'area di prova devono essere prelevate e provate almeno tre carote;
- il rapporto lunghezza/diametro delle carote deve essere uguale a 1 e diametro = 100 mm. Si deve evitare che i provini abbiano snellezza inferiore a uno o superiore a due;
- i campioni estratti (e i provini) devono essere protetti nelle fasi di lavorazione e di deposito rispetto all'essiccazione all'aria. Salvo diversa prescrizione, le prove di compressione devono essere eseguite su provini umidi;
- nel programmare l'estrazione dei campioni si deve tener conto che la resistenza del calcestruzzo dipende dalla posizione o giacitura

del getto;
- è necessario verificare accuratamente, prima di sottoporre i campioni alla prova di compressione, la planarità e l'ortogonalità delle superfici d'appoggio. La lavorazione o la preparazione inadeguata dei provini porta, infatti, a risultati erronei. Il semplice taglio e la molatura delle superfici di prova possono non soddisfare i requisiti di parallelismo e planarità richiesti dalle norme.

b -Area di prova o di prelievo

Le carote devono essere prelevate nell'individuata regione di prova e in particolare in corrispondenza degli elementi strutturali nei quali è stato posto in opera il calcestruzzo non conforme ai controlli di accettazione o laddove il direttore dei lavori ritiene che ci sia un problema di scadente o inefficace compattazione e maturazione dei getti.
Nell'individuazione delle aree di carotaggio dovranno essere rispettati i seguenti accorgimenti e quelli indicati dalla UNI EN 12504-1:
- devono essere lontane dagli spigoli e dai giunti in cui è presente poca o nessuna armatura;
- devono riguardare zone a bassa densità d'armatura (prima di eseguire i carotaggi sarà opportuno stabilire l'esatta disposizione delle armature mediante apposite metodologie d'indagine non distruttive);
- devono essere lontane dalle parti sommitali dei getti;
- devono essere evitati i nodi strutturali.

L'estrazione dei provini di calcestruzzo indurito deve avvenire almeno dopo 28 giorni di stagionatura. In occasione dell'estrazione dovranno essere scartati tutti quei provini danneggiati o che contengano corpi estranei e parti di armature che potrebbero pregiudicare il risultato finale.

35.6 - Metodi indiretti per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo in opera

Come metodi indiretti devono essere presi in considerazione i metodi più consolidati nella pratica dei controlli non distruttivi: indice di rimbalzo, pull-out e misura della velocità di propagazione.
I metodi indiretti (indice di rimbalzo, velocità di propagazione degli impulsi e forza di estrazione) dovranno rispettare le linee guida della stessa **UNI EN 13791** mediante la correlazione tra i risultati dei metodi di prova indiretti e la resistenza a compressione su carote prelevate dalla struttura in esame. Il carotaggio è il metodo di riferimento per la calibrazione (taratura) di tutti i metodi non distruttivi o parzialmente distruttivi. La legge di correlazione deve essere determinata utilizzando un adeguato numero di campioni, ottenuti mediante carotaggio dalla struttura in esame e sottoposti a indagine non distruttiva prima della loro rottura.
Il Direttore dei Lavori deve condurre una preliminare campagna di analisi con metodi indiretti al fine di programmare le posizioni di prelievo delle carote, anche sulla base del grado di omogeneità del volume di calcestruzzo in esame ed eventualmente di suddividere l'area in esame in lotti entro i quali sia possibile definire statisticamente l'omogeneità del calcestruzzo. I fattori di influenza dei risultati dei metodi indiretti sono quelli descritti dall'allegato B alla norma **UNI EN 13791.**

35.7 - Calibratura delle curve di correlazione tra risultati di prove non distruttive e la resistenza a compressione del calcestruzzo in opera

La stima della resistenza a compressione del calcestruzzo in opera, mediante metodi non distruttivi, si deve basare sull'impiego di correlazioni tra il parametro non distruttivo proprio del metodo impiegato e la resistenza a compressione del calcestruzzo in esame mediante prove su carote come prescritto dalla norma **UNI EN 13791**. I metodi indiretti, dopo la calibrazione mediante prove su carote, possono essere impiegati:
- singolarmente;
- in combinazione con altri metodi indiretti;
- in combinazione con altri metodi indiretti e diretti (carote).

Le curve di correlazione fornite a corredo delle apparecchiature di prova non risultano, nella generalità dei casi, del tutto adeguate, poiché il loro sviluppo è basato sull'uso di determinati tipi di calcestruzzo e su prefissate condizioni di prova. L'andamento della legge di correlazione può essere assunto predefinito per ciascun metodo di indagine, a meno di costanti che possono essere determinate utilizzando un campione di carote di adeguata numerosità, sottoposte a indagine non distruttiva prima della loro rottura. È, perciò, essenziale predisporre tavole di calibrazione per il tipo specifico di calcestruzzo da sottoporre a prova, utilizzando i risultati delle prove su carote portate a rottura dopo l'esecuzione sulle stesse di prove indirette oltre a quelle eseguite in opera nello stesso punto di estrazione della carota stessa. È opportuno che le carote utilizzate per la calibrazione siano non meno di tre. I valori numerici delle costanti che precisano l'andamento delle leggi di correlazione possono essere ottenuti applicando tecniche di minimizzazione degli errori.

35.8 - Determinazione di altre proprietà del calcestruzzo: dimensioni e posizione delle armature e stima dello spessore del copriferro

La misurazione dello spessore del copriferro delle armature e l'individuazione delle barre di armatura può essere effettuata utilizzando dispositivi denominati misuratori di ricoprimento o pacometri.

35.9 - Stima della resistenza del calcestruzzo in opera

La resistenza dei provini estratti per carotaggio generalmente è inferiore a quella dei provini prelevati e preparati nel corso della messa in opera del calcestruzzo e stagionati in condizioni standard. Le Nuove norme tecniche per le costruzioni hanno quantificato l'entità di tale differenza, riconducibile alle caratteristiche del materiale, alle modalità di posa in opera, di stagionatura e di esposizione, ritenendo accettabile un calcestruzzo il cui valore medio di resistenza a compressione ($R_{opera,m}$), determinato con tecniche opportune (carotaggi e/o controlli non distruttivi), sia almeno superiore all'85% del valore medio della resistenza di progetto $R_{progetto,cm}$:

$$R_{opera,\,m} \geq 0{,}85\ R_{progetto,cm} \qquad N/mm^2$$

Alla necessità di effettuare correttamente la stima delle condizioni al contorno, caratteristiche di ciascuna opera, e di garantire adeguatamente la normalizzazione delle procedure di prova, indispensabili per la riproducibilità e la ripetibilità dei risultati sperimentali, si aggiunge l'esigenza di definire correttamente il valore, indicato dalle Norme tecniche, da assumere per la resistenza media di progetto $R_{progetto,cm}$. Il controllo della resistenza del calcestruzzo in opera deve essere eseguito in conformità alla norma **UNI EN 13791**, che stabilisce il passaggio dalla resistenza caratteristica cubica di progetto R_{ck} alla resistenza caratteristica cilindrica di progetto $f_{ck,}$ con la seguente relazione:

$$f_{ck} = 0{,}85\ R_{ck} \qquad N/mm^2$$

Al punto 6, tabella 1, della stessa norma, sono riportati per ciascuna classe di resistenza i valori caratteristici minimi accettabili. La $R_{operar,ck}$ deve essere determinata secondo il punto 7 della stessa norma **UNI EN 13791** che prevede un controllo di tipo statistico nel caso che la numerosità dei prelievi sia maggiore di 15 (Approccio A, p. 7.3.2) e un controllo alternativo nel caso di una minore numerosità dei prelievi (Approccio B, p. 7.3.3.); in sintesi si dovrà confrontare:

$$R_{opera,ck} \geq 0{,}85\ R_{progetto,ck} \qquad N/mm^2$$

Il rapporto di valutazione della resistenza calcestruzzo in opera deve essere conforme al punto 10 della norma UNI EN 13791.

35.10 - La non conformità dei controlli d'accettazione
Le indagini per la valutazione del calcestruzzo in opera, in caso di non conformità dei controlli d'accettazione dovranno rispettare i criteri previsti dal paragrafo 9 della norma UNI EN 13791:
1) In una regione di prova comprendente diversi lotti di calcestruzzo con 15 o più risultati di prove su carote, se:

$$f_{opera,m} \geq 0{,}85\ (f_{progetto,ck} + 1{,}48\ s)$$

e

$$f_{opera,\ min} \geq 0{,}85\ (f_{progetto,ck} - 4)$$

dove
$f_{progetto,ck}$ = resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo prevista in progetto
$f_{opera,m}$ = valore medio delle resistenza a compressione delle carote
$f_{opera,min}$ = valore minimo di resistenza a compressione delle carote
s = scarto quadratico medio dei risultati sperimentali. Se il valore di s è minore di 2,00 N/mm² si assume pari a 2,00 N/mm².
Il calcestruzzo della regione di prova può essere considerato di resistenza sufficiente e conforme alla EN 206-1.
2) In alternativa, previo accordo tra le parti, qualora fossero disponibili 15 o più risultati di prove indirette e i risultati di almeno 2 carote prelevate da elementi strutturali, per i quali i risultati sui campioni convenzionali avevano fornito valori di resistenza più bassi, se:

$$f_{opera,min} \geq 0{,}85\ (f_{progetto,ck} - 4)$$

il calcestruzzo della regione di prova può essere considerato di adeguata resistenza.
3) In una piccola regione di prova contenente pochi lotti di calcestruzzo, al limite uno, il direttore dei lavori deve ricorrere all'esperienza per selezionare l'ubicazione dei 2 punti di prelievo delle carote e se:

$$f_{opera,min} \geq 0{,}85\ (f_{progetto,ck} - 4)$$

il calcestruzzo della regione di prova può essere considerato di adeguata resistenza. Se la regione di prova è ritenuta contenente calcestruzzo di resistenza adeguata, è conforme anche la popolazione calcestruzzo al quale è riferito il controllo.

12 Manufatti e strutture in acciaio

12.1 - Strutture in acciaio
Le strutture in acciaio dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto da:

- Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 14 gennaio 2008 - "Nuove norme tecniche per le costruzioni";
- CNR 1024/86 - Analisi di strutture mediante e elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo '03 - Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- D.M. LL.PP. del 4 maggio '90 - "Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo di ponti stradali";
- D.M. 11 marzo '88, n. 47 - "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".

L'Impresa sarà tenuta a seguire il seguente procedimento per la corretta fornitura e posa del materiale:
a) Il progetto esecutivo delle opere e la relazione completa dei calcoli giustificativi di tutti gli elementi della costruzione nonchè le luci di influenza delle deformazioni elastiche nei punti della struttura preventivamente concordati con la Direzione dei Lavori. Tutte le strutture in acciaio facenti parte dell'opera appaltata saranno eseguite in base a calcoli di stabilità, accompagnati da disegni esecutivi e da una relazione redatti a cura e spese dell'Appaltatore; i calcoli di stabilità dovranno essere redatti e firmati da un Ingegnere, iscritto nel relativo Albo professionale, controfirmati dall'Appaltatore dovranno essere presentati entro il termine di tempo che gli verrà prescritto. Nel progetto esecutivo, inoltre, dovranno essere completamente definiti tutti i particolari costruttivi elencati nelle norme sopra citate e nella relazione di calcolo dovranno essere indicato le modalità di montaggio dell'opera, specificando il funzionamento statico della struttura nelle diverse fasi del montaggio.
b) Tutte le indicazioni necessarie all'esecuzione delle opere di fondazione e alla corretta impostazione delle strutture metalliche sulle medesime; sugli elaborati di progetto, firmati dal progettista calcolatore e dall'Impresa, dovranno essere riportati tipi e qualità degli acciai da impiegare. Per quanto concerne il progetto della saldatura, è fatto obbligo all'Impresa di avvalersi, a sua cura e spese, della consulenza dell'Istituto Italiano della Saldatura o del R.I.N.A. (Registro Italiano Navale) con sede a Genova che dovrà redigere apposita relazione da allegare al progetto. In sede di approvazione dei progetti, la Direzione dei Lavori stabilirà in particolare i tipi e la estensione dei controlli sulle saldature in conformità a quanto stabilito dal D.M. 14 gennaio 2008, sopracitato, e tenuto conto di quanto prescritto al riguardo nella relazione. Dopo l'approvazione del progetto esecutivo da parte della Direzione dei Lavori, l'Impresa dovrà presentare a quest'ultima, in un lucido e copie, i disegni esecutivi di officina sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e pesi teorici di ciascun elemento costituente la struttura. L'Impresa, inoltre, deve far conoscere per iscritto, prima dell'approvvigionamento dei materiali che intende impiegare, la loro provenienza, avuto riferimento alle distinte di cui sopra; la relativa completa documentazione, poi, dovrà essere, prima dell'inizio dei lavori, depositata presso l'U.T.C., secondo le norme di legge. L'esame e verifica da parte della Direzione dei Lavori dei progetti delle varie strutture, non esonera in alcun modo l'Appaltatore delle responsabilità a lui derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto, restando legalmente e contrattualmente stabilito che, malgrado i controlli di ogni genere eseguiti dalla Direzione dei Lavori nell'esclusivo interesse dell'Amministrazione e della riuscita dell'opera, rimane unico e completo responsabile delle opere, sia per quanto ha rapporto con la loro progettazione e calcolo, che per la quantità dei materiali e la loro esecuzione; di conseguenza egli dovrà rispondere degli inconvenienti che avessero a verificarsi, di qualunque natura, importanza e conseguenza essi potessero risultare e porne immediato rimedio, senza indennizzi di alcun genere.
c) Il collaudo tecnologico dei materiali destinati alla costruzione delle travi e degli apparecchi d'appoggio perverrà agli stabilimenti per la successiva lavorazione; l'Impresa darà comunicazione alla Direzione dei Lavori specificando, per ciascuna colata, la distinta dei pezzi ed il relativo peso, la ferriera di provenienza, la destinazione costruttiva, i risultati dei collaudi interni. La Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di prelevare campioni da sottoporre a prova presso laboratori di sua scelta ogni volta che lo ritenga opportuno. Le prove e le modalità saranno quelle prescritte dal D.M. 14 gennaio 2008.
d) La Direzione dei Lavori si riserva il diritto di chiedere il premontaggio in officina, totale o parziale delle strutture, secondo modalità da concordare di volta in volta con l'Impresa. Per i manufatti per i quali è prevista una fornitura di oltre 10 esemplari da realizzare in serie, deve

prevedersi, all'atto del collaudo in officina, il premontaggio totale o parziale, da convenirsi secondo i criteri di cui sopra, di un solo prototipo per ogni tipo; in tale occasione la Direzione dei Lavori procederà alla accettazione provvisoria dei materiali metallici lavorati. Analogamente a quanto detto al comma precedente, ogni volta che si rendono pronte per il collaudo le travate, l'Impresa informerà la Direzione dei Lavori indicando tipo e destinazione di ciascuna di esse; entro 8 giorni la Direzione dei Lavori darà risposta fissando la data del collaudo in contraddittorio, oppure autorizzando la spedizione della travata stessa in cantiere.
Nel caso del collaudo in contraddittorio, gli incaricati della Direzione dei Lavori verificheranno sia per ognuna delle parti componenti le opere appaltate, quanto per l'insieme di esse, la esatta e perfetta lavorazione a regola d'arte ed in osservanza ai patti contrattuali. I pezzi presentati all'accettazione provvisoria devono essere scevri di qualsiasi verniciatura, fatta eccezione per le superfici di contatto dei pezzi uniti definitivamente fra loro, che debbono essere verniciati in conformità alle prescrizioni della Direzione dei Lavori.

12.2 - Composizione degli elementi strutturali
È vietato l'uso di profilati con spessore t < 4 mm. Una deroga può essere consentita fino a uno spessore t = 3 mm per opere sicuramente protette contro la corrosione, quali per esempio tubi chiusi alle estremità e profili zincati oppure opere non esposte agli agenti atmosferici.
Le limitazioni di cui sopra non riguardano gli elementi e i profili sagomati a freddo. Si può far riferimento a normative di comprovata validità, in relazione ai seguenti aspetti specifici:

- preparazione del materiale;
- tolleranze degli elementi strutturali di fabbricazione e di montaggio;
- impiego dei ferri piatti;
- variazioni di sezione;
- intersezioni;
- collegamenti a taglio con bulloni normali e chiodi;
- tolleranze foro-bullone;
- interassi dei bulloni e dei chiodi;
- distanze dai margini;
- collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza;
- collegamenti saldati;
- collegamenti per contatto.

In uno stesso giunto è vietato l'impiego di differenti metodi di collegamento di forza (per esempio, saldatura e bullonatura o chiodatura), a meno che uno solo di essi sia in grado di sopportare l'intero sforzo.

12.3 - Tiranti e funi
I sistemi di tirantatura realizzati con barre e/o funi dovranno essere realizzati in modo da garantire la portata prevista dal progetto. In particolare tutti i sistemi di collegamento (es. golfari, grilli, manicotti, morsetti, etc.) dovranno essere certificati per i carichi previsti.
La lunghezza effettiva della fune dovrà essere verificata in sito dall'impresa esecutrice dopo l'esecuzione dei tracciamenti. In caso di eventuali interferenze si intende compresa e compensata la messa in opera di idonei sistemi di deviazione della fune stessa e/o le eventuali opere murare e di aggiustamento richieste per permettere l'installazione della fune (es. adattamenti di gronde, scossaline, smontaggio e rimontaggio di elementi impiantistici, etc.).
I sistemi di bloccaggio verranno generalmente realizzati mediante manicotti a pressione in acciaio inox AISI 316 serrati con pressa oleodinamica portatile o, in alternativa, mediante redance e morsetti. In ogni caso il sistema dovrà garantire il raggiungimento della resistenza minima a rottura della fune senza portare sensibili riduzioni dell'efficienza della stessa.
Dovranno inoltre essere in generale previsti sistemi (es. manicotti tenditori, estremità filettate) che permettano la tesatura iniziale ed il controllo/registrazione periodica della tensione; ove necessario la tesatura dovrà essere verificata con opportuno sistema (es. chiave dinamometrica, metodi dinamici, etc.).
I collegamenti di estremità dovranno garantire la corretta centratura del carico evitando eccentricità e/o inflessioni. Allo scopo dovranno essere opportunamente compensati eventuali fuori squadra mediante rosette/dadi sferici e/o adattando opportunamente le piastre di appoggio.

a) Svolgimento e messa in opera

Lo svolgimento di una fune dalla bobina o da un rotolo dovrà essere effettuato in modo da non provocare torsioni che potrebbero comprometterne l'efficienza e la durata.
Se la fune è confezionata dal fabbricante avvolta su bobina o crocera, per il suo svolgimento si passerà nel suo foro una barra di diametro e lunghezza opportuni e si poseranno le estremità della barra su due cavalletti; si tirerà in seguito il capo della fune svolgendola, facendo attenzione che la fune non si allenti sulla bobina.
Se la fune è confezionata in rotolo, la si metterà su un aspo e poi la si svolgerà tirandola per il capo esterno, in modo che il rotolo giri intorno al proprio asse. Se il rotolo è di piccola dimensione si può procedere allo svolgimento tenendo fermo a terra il capo esterno della fune e svolgendola girando sul terreno il rotolo tenuto verticale.
Prima di tagliare una fune è necessario legarne i futuri capi con più giri di filo di ferro ricotto in senso opposto a quello d'avvolgimento della fune così che, se la fune tende a svolgersi, la legatura tende ad avvolgersi.

b) Attacchi con morsetti e redancia

Il numero dei morsetti da applicare dipenderà dal diametro e dalle caratteristiche della fune e dovrà garantire il carico previsto dal progetto. A titolo indicativo dovranno essere previsti almeno 3 morsetti per funi fino al diametro di 16 mm., 4 morsetti fino al diametro di 20 mm. e 5 fino al diametro di 26 mm.
La distanza fra morsetto e morsetto deve essere generalmente pari a 6 volte il diametro della fune e il loro serraggio completo andrà effettuato dopo la messa in trazione della fune. La corretta coppia di serraggio dovrà essere applicata utilizzando una chiave dinamometrica.

c) Contabilizzazione degli interventi

Saranno contabilizzati con i relativi articoli di elenco prezzi, che comprendono oltre alle forniture e lavorazioni ivi richiamate, tutti gli oneri e le prescrizioni delle presenti Norme ed in particolare:

- i ponteggi e le impalcature occorrenti per l'esecuzione del preforo a qualsiasi altezza;
- l'esecuzione di un adeguato numero di tiranti preliminari di prova, la loro ripetizione nel caso l'Impresa proponga di variare nel corso dei lavori la metodologia esecutiva sperimentata ed approvata inizialmente;
- le iniezioni preventive di intasamento all'interno del foro con miscele e modalità approvate dalla Direzione dei Lavori in presenza di falde artesiane e di terreni particolarmente permeabili;
- tutte le prove ed analisi per la determinazione dell'aggressività dell'ambiente attraversato dai tiranti;
- tutte le prove di controllo sulla resistenza degli acciai utilizzati per i tiranti;
- tutte le prove per il controllo della fluidità, dell'essudazione e della resistenza a compressione della miscela utilizzata nelle iniezioni a bassa pressione o ripetute in pressione.

I prefori saranno computati in base alla loro effettiva profondità, misurata dal paramento esterno della parete sulla quale si attesta il tirante fino al fondo del foro; i tiranti di acciaio e le relative piastre saranno computati in base al loro peso effettivo; le iniezioni saranno computate in base all'effettiva lunghezza del perforo iniettato ed in rapporto al diametro dello stesso.
In presenza di iniezioni ripetute in pressione si considera tratto attivo (fondazione) del tirante esclusivamente il bulbo.
I relativi articoli comprendono inoltre il riempimento anticorrosivo posto a protezione del tratto libero. In presenza di iniezioni a gravità si considera tratto attivo (fondazione) del tirante l'intero volume del perforo.

12.4 - Unioni ad attrito con bulloni ad alta resistenza
Serraggio dei bulloni: Per il serraggio dei bulloni si devono usare chiavi dinamometriche a mano, con o senza meccanismo limitatore della coppia applicata o chiavi pneumatiche con limitatore della coppia applicata. Tutte peraltro devono essere tali da garantire una precisione non minore di ±5%. Per verificare l'efficienza dei giunti serrati, il controllo della coppia torcente applicata può essere effettuato in uno dei seguenti modi:

- si misura con chiave dinamometrica la coppia richiesta per far ruotare ulteriormente di 10° il dado;
- dopo aver marcato dado e bullone per identificare la loro posizione relativa, il dado deve essere prima allentato con una rotazione almeno pari a 60° e poi rinserrato, controllando se l'applicazione della coppia prescritta riporta il dado nella posizione originale.

Se in un giunto anche un solo bullone non risponde alle prescrizioni circa il serraggio, tutti i bulloni del giunto devono essere controllati.
La taratura delle chiavi dinamometriche deve essere certificata prima dell'inizio lavori da un laboratorio ufficiale di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 e con frequenza trimestrale durante i lavori.
Quando le superfici comprendenti lo spessore da bullonare per una giunzione di forza non abbiano giacitura ortogonale agli assi dei fori, i bulloni devono essere piazzati con interposte rosette cuneiformi, tali da garantire un assetto corretto della testa e del dado e da consentire un serraggio normale.

12.5 - Unioni saldate
La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma uni en iso 4063. È ammesso l'uso di procedimenti diversi purché sostenuti da adeguata documentazione teorica e sperimentale.
I saldatori, nei procedimenti semiautomatici e manuali, dovranno essere qualificati secondo la norma uni en 287-1 da parte di un ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma UNI EN 287-1, i saldatori che eseguono giunti a T con cordoni d'angolo dovranno essere specificamente qualificati e non potranno essere qualificati soltanto mediante l'esecuzione di giunti testa-testa.
Gli operatori dei procedimenti automatici o robotizzati dovranno essere certificati secondo la norma UNI EN 1418. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 15614-1. Le durezze eseguite sulle macrografie non dovranno essere superiori a 350 HV30. Per la saldatura ad arco di prigionieri di materiali metallici (saldatura ad innesco mediante sollevamento e saldatura a scarica di condensatori a innesco sulla punta) si applica la norma UNI EN ISO 14555. Valgono perciò i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 dell'appendice A della stessa norma.
Le prove di qualifica dei saldatori, degli operatori e dei procedimenti dovranno essere eseguite da un ente terzo. In assenza di prescrizioni in proposito, l'ente sarà scelto dal costruttore secondo criteri di competenza e di indipendenza. Sono richieste caratteristiche di duttilità, snervamento, resistenza e tenacità in zona fusa e in zona termica alterata non inferiori a quelle del materiale base.
Nell'esecuzione delle saldature dovrà inoltre essere rispettata la norma UNI EN 1011 (parti 1 e 2) per gli acciai ferritici e la norma uni en 1011 (parte 3) per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692-1.
Le saldature saranno sottoposte a controlli non distruttivi finali per accertare la corrispondenza ai livelli di qualità stabiliti dal progettista sulla base delle norme applicate per la progettazione. In assenza di tali dati, per strutture non soggette a fatica si adotterà il livello C della norma UNI EN ISO 5817. Per strutture soggette a fatica invece si adotterà il livello B della stessa norma. L'entità e il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta al controllo visivo al 100%, saranno definiti dal collaudatore e dal direttore dei lavori. Per i cordoni ad angolo o giunti a parziale penetrazione, si useranno metodi di superficie (per esempio, liquidi penetranti o polveri magnetiche). Per i giunti a piena penetrazione invece, oltre a quanto sopra previsto, si useranno metodi volumetrici e cioè raggi x o gamma o ultrasuoni per i giunti testa a testa e solo ultrasuoni per i giunti a T a piena penetrazione.
Per le modalità di esecuzione dei controlli e i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN 12062.
Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati, secondo la norma UNI EN 473, almeno di secondo livello.
Il costruttore deve corrispondere a determinati requisiti. In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834 (parti 2 e 4). Il livello di conoscenza tecnica del personale di coordinamento delle operazioni di saldatura deve corrispondere ai requisiti della normativa di comprovata validità, riassunti nella tabella seguente. La certificazione dell'azienda e del personale dovrà essere operata da un ente terzo, scelto, in assenza di prescrizioni, dal costruttore, secondo criteri di indipendenza e di competenza.

Tipi di azione sulle strutture soggette a fatica in modo più o meno significativo				
Tipo di azione sulle strutture	**Strutture soggette a fatica in modo non significativo**			**Strutture soggette a fatica in modo significativo**
Riferimento	A	B	C	D
Materiale base: spessore minimo delle membrature	S235, s ≤ 30mm S275, s ≤ 30mm	S355, s ≤ 30mm S235 S275	S235 S275 S355 S460, s < 30mm	S235 S275 S355 S460 Acciai inossidabili e altri acciai non esplicitamente menzionati[1]
Livello dei requisiti di qualità secondo la norma uni en iso 3834	Elementare en iso 3834-4	Medio en iso 3834-3	Medio en iso 3834-3	Completo en iso 3834-2
Livello di conoscenza tecnica del personale della saldatura secondo la norma UNI EN 719	Di base	Specifico	Completo	Completo
[1] Vale anche per strutture non soggette a fatica in modo significativo.				

12.6 - Controlli in corso delle lavorazioni
L'Appaltatore è tenuto ad avvertire la Direzione dei Lavori dell' arrivo nella sua officina, dei materiali collaudati che saranno impiegati nella costruzione delle strutture in acciaio. L'Appaltatore dovrà essere in grado di individuare e documentare in ogni momento la provenienza dei materiali impiegati nelle lavorazioni e di risalire ai corrispondenti verbali di collaudo tecnologico, dei quali dovrà esibire la copia a richiesta della Direzione dei Lavori. In particolare, per ciascun manufatto composto con laminati, l'Appaltatore dovrà redigere una distinta contenente i seguenti dati:

- posizioni e marche di officina costituenti il manufatto (con riferimento ai disegni costruttivi);
- numeri di placca e di colata dei laminati costituenti ciascuna posizione e marca di officina;
- estremi di identificazione dei relativi documenti di collaudo.

Per ciascuna opera singola o per il prototipo di ciascuna serie di opere è facoltà della Direzione dei Lavori prescrivere il premontaggio in officina. Alla Direzione dei Lavori è riservata comunque la facoltà di eseguire in ogni momento della lavorazione tutti i controlli che riterrà

opportuni per accertare che i materiali
impiegati siano quelli collaudati, che le strutture siano conformi ai disegni di progetto e che le stesse siano eseguite a perfetta regola d'arte.
In particolare l'Appaltatore dovrà attenersi alle seguenti disposizioni:

- il raddrizzamento e lo spianamento, quando necessari, devono essere fatti preferibilmente con dispositivi agenti per pressioni. Possono essere usati i riscaldamenti locali (caldo), purché programmati in modo da evitare eccessive concentrazioni di tensioni residue e di deformazioni permanenti;
- è ammesso il taglio a ossigeno purché regolare. I tagli irregolari devono essere ripassati con la smerigliatrice;
- negli affacciamenti non destinati alla trasmissione di forze possono essere tollerati giochi da 2 a 5 mm. di ampiezza, secondo il maggiore o minore spessore del laminato;
- i pezzi destinati ad essere bullonati in opera devono essere montati in modo da poter riprodurre nel montaggio definitivo le posizioni stesse che avevano in officina all'atto dell'esecuzione dei fori;
- non sono ammesse al montaggio in opera eccentricità, relative a fori corrispondenti si, maggiori del gioco foro-bullone previsto dal D.M. 14 gennaio 2008 e successivi aggiornamenti e dalle Norme CNR-UNI 10011/97. Entro tale limite è opportuna la regolarizzazione del foro con utensile adatto;
- l'uso delle spine d'acciaio è ammesso, in corso di montaggio, esclusivamente per richiamare i pezzi nella giusta posizione;
- i fori per bulloni devono essere eseguiti col trapano, con assoluto divieto dell'uso della fiamma, e presentare superficie interna cilindrica liscia e priva di screpolature e cricche; per le giunzioni con bulloni (normali e ad alta resistenza) le eventuali sbavature sul perimetro del foro dovranno essere asportate mediante molatura locale;
- di regola si dovranno impiegare bulloni sia normali che ad alta resistenza dei seguenti diametri:
  D = 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27 mm.;
- i bulloni ad alta resistenza non dovranno avere il gambo filettato per l'intera lunghezza. La lunghezza del tratto non filettato dovrà essere in generale maggiore di quella delle parti da serrare e si dovrà sempre fa uso di rosette. È tollerato che non più di mezza spira del filetto rimanga compresa nel foro;
- nelle unioni normali e ad attrito con bulloni, di strutture che, a giudizio della Direzione Lavori, potranno essere soggette a vibrazioni od inversioni di sforzo, dovranno essere sempre impiegati controdadi, anche nel caso di bulloni con viti 8G e 10K.

12.7 - Controlli di montaggio
L'Appaltatore porterà alla preventiva conoscenza della Direzione Lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando la responsabilità dell'Appaltatore stesso per quanto riguarda l'esecuzione delle operazioni di montaggio, la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto dovrà comunque essere adatto a consentire la realizzazione della struttura in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo. Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, l'Appaltatore è tenuto a rispettare le prescrizioni ed i vincoli che eventualmente venissero imposti da Enti, Uffici e persone responsabili riguardo alla zona interessata. Durante il carico, il trasporto, lo scarico, il deposito ed il montaggio, si dovrà porre la massima cura per evitare che le strutture vengano deformate o sovrasollecitate.
Le parti a contatto con funi, catene ed altri organi di sollevamento dovranno essere opportunamente protette.
La stabilità delle strutture dovrà essere assicurata durante tutte le fasi costruttive e la rimozione dei collegamenti provvisori e di altri dispositivi ausiliari dovrà essere fatta solo quando essi risulteranno staticamente superflui. Nei collegamenti con bulloni si dovrà procedere alla alesatura di quei fori che non risultino centrati e nei quali i bulloni previsti in progetto non entrino liberamente. Se il diametro del foro alesato risulta superiore al diametro nominale del bullone oltre la tolleranza prevista dal D.M. 09.01.96 e successivi aggiornamenti, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore. Nei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza è prescritta la esecuzione della sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione. È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato la laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese. Per ogni unione con bulloni l'Appaltatore effettuerà, alla presenza della Direzione Lavori, un controllo di serraggio su un numero di bulloni pari al 10% del totale ed in ogni caso su non meno di quattro. Dopo il completamento della struttura e prima della esecuzione della prova di carico, l'Appaltatore dovrà effettuare la ripresa della coppia di serraggio di tutti i bulloni costituenti le unioni dandone preventiva comunicazione alla Direzione Lavori.

12.8 - Controlli sulle saldature
La saldatura potrà essere impiegata per il rinforzo di elementi strutturali, per la giunzione di nuovi elementi necessari per eventuali modifiche della struttura e per il ripristino degli elementi tagliati per caratterizzare i materiali.
Le giunzioni saldate saranno realizzate in accordo a quanto indicato nel presente documento e nel rispetto delle norme e dei requisiti legislativi vigenti per le strutture di carpenteria (CNR-UNI 10011/97 e D.M. 14 gennaio 2008).
La saldatura dovrà essere eseguita utilizzando il procedimento manuale ad elettrodo rivestito di tipo basico. Potrà essere impiegato il procedimento semiautomatico a filo continuo sotto protezione di gas solo per parti eventualmente prefabbricate in officina.
I materiali d'apporto dovranno essere forniti in confezioni sigillate e immagazzinati in locali asciutti. Appena prelevati dalle confezioni gli elettrodi dovranno, in generale, essere mantenuti in fornetti portatili alla temperatura di almeno 70°C fino al momento dell'uso. In funzione degli spessori in gioco e dell'analisi chimica dei materiali, potrà essere richiesto il trattamento di seguito indicato:

- essiccamento ad una temperatura di 380÷400 °C per 2 ore in forni opportuni;
- mantenimento in forno ad una temperatura di circa 150 °C;
- prelievo dai forni di mantenimento e consegna a ciascun saldatore in fornetti portatili riscaldati ad una temperatura di almeno 70 °C ed utilizzo entro 8 ore. Gli elettrodi non utilizzati entro le 8 ore saranno sottoposti a nuovo essiccamento. Gli elettrodi potranno subire al massimo 2 condizionamenti.

Per il procedimento ad elettrodo rivestito i materiali d'apporto dovranno essere omologati secondo la norma UNI 5132.
Prima di iniziare qualsiasi operazione di saldatura i lembi e le zone adiacenti dovranno risultare esenti da olio, grasso, vernici, ossidi, calamina e quant'altro possa inficiare la buona riuscita della saldatura.
Le temperature da rispettare saranno stabilite in funzione degli spessori, del carbonio equivalente delle lamiere e dell'apporto termico specifico.
Prima dell'inizio dei lavori di saldatura, il Costruttore definirà e qualificherà, in accordo alle norme vigenti, una specifica di saldatura per ogni tipo di giunto relativo alle strutture metalliche in oggetto.
Le specifiche dovranno essere sottoposte all'approvazione della Direzione dei Lavori.
L'impiego di elettrodi omologati secondo la norma UNI 5132 esime dall'effettuazione delle qualifiche di procedimento.
Tutte le operazioni di saldatura dovranno essere eseguite da personale qualificato secondo le normative nazionali (patentino, etc.).
Eventuali giunzioni testa a testa su elementi soggetti a trazione saranno da considerare di 1^ classe, secondo la definizione del D.M. del 14.02.92 e successivi aggiornamenti. Su elementi compressi saranno di 2ª classe. Tutte le saldature saranno sottoposte a collaudo finale con l'esecuzione dei seguenti controlli non distruttivi:

- esame visivo su tutte le giunzioni saldate;
- esame magnetoscopico nella percentuale del 20% sia sui cordoni d'angolo sia sui giunti testa a testa: il controllo sarà eseguito in accordo alla norma UNI 7704 classe S2;
- esame radiografico o ultrasonoro nella percentuale del 100% sui giunti testa a testa a piena penetrazione di 1ª classe e nella percentuale del 20% su quelli di 2ª classe: il controllo radiografico sarà eseguito in accordo alla norma UNI 8956. Il controllo ultrasuono sarà eseguito in accordo alla norma UNI 8387.

Per quanto concerne i criteri di accettabilità dei difetti non saranno ammesse in ogni caso cricche e incollature; inoltre non saranno ammesse incisioni marginali, rilevabili con l'esame visivo, di profondità superiore a 0,5 mm.
Per quanto riguarda il controllo radiografico per i giunti di 1ª classe saranno adottati i criteri del raggruppamento B della norma UNI 7278; per i giunti di 2ª classe sarà seguito il raggruppamento F della suddetta norma. Per il controllo ultrasonoro (giunti di 1ª classe) vale quanto segue:

- mancanza di penetrazione al cuore, inclusione di scoria o di ossido allungate od allineate:
- saranno accettate indicazioni con ampiezza d'eco maggiore di quella di riferimento, purché con lunghezza massima pari a 15 mm. e purché la somma delle loro lunghezze in un tratto di 400 mm. sia inferiore od uguale a 30 mm.;
- saranno accettare indicazioni con ampiezza d'eco compresa tra il 60 ed il 100% dell'ampiezza di riferimento, purché con lunghezza massima pari a 20 mm e purché la somma delle loro lunghezze in un tratto di 400 mm. sia inferiore od uguale a 60 mm.;
- discontinuità con ampiezza d'eco compresa tra il 20 ed il 60% dell'ampiezza di riferimento saranno registrate e valutate complessivamente tenendo conto del fatto che nel tratto di 400 mm. non dovranno essere di lunghezza complessiva superiore a 100 mm.;
- inclusioni di gas (soffiature e tarli): saranno accettate purché l'eco corrispondente non superi l'altezza di riferimento e non si trovino in numero superiore a 4 per i tarli e a 12 per le soffiature nel tratto di riferimento di 400 mm.;
- concentrazione di inclusioni gassose (nidi): saranno accettati nidi di pori con ampiezza d'eco inferiore od uguale all'eco di riferimento. Non saranno accettati nidi di tarli.

Nel caso di giunti più corti dei tratti indicati come riferimento le lunghezze accettabili dei difetti saranno proporzionalmente ridotte.
Per i giunti di 2ª classe i limiti per i difetti allungati verranno aumentati del 50%. I controlli potranno essere eseguiti direttamente dalla Direzione lavori o da un tecnico di un Istituto Ufficiale di controllo in funzione della estensione ed importanza dei controlli. In questo ultimo caso gli oneri, le spese e i compensi per l'Istituto Ufficiale saranno posti a carico dell'Appaltatore.

12.9 - Manufatti tubolari in lamiera zincata

Le prescrizioni che seguono si riferiscono a manufatti per tombini e sottopassi, aventi struttura portante costituita da lamiera di acciaio con profilatura ondulata, con onda normale alla generatrice. L'acciaio della lamiera ondulata dovrà essere della qualità di cui alle norme AASHO M 167-70 e AASHO M 36-70 e dovrà avere un contenuto in rame non inferiore allo 0,20% e non superiore allo 0,40%, spessore minimo di 1,5 mm. con tolleranza U.N.I. (Norme U.N.I. 3143), con carico unitario di rottura non minore di 340 N/mm² e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura a bagno caldo praticata dopo l'avvenuto taglio e piegatura dell'elemento, in quantità non inferiore a 305 gr/mq. per faccia. La verifica della stabilità statica delle strutture sarà effettuata in funzione dei diametri e dei carichi esterni applicati, adottando uno dei metodi della Scienza delle Costruzioni (anello compreso, stabilità all'equilibrio elastico, lavori virtuali) sempre però con coefficiente di sicurezza non inferiore a 4. Le strutture finite dovranno essere esenti da difetti come: soffiature, bolle di fusione, macchie, scalfitture, parti non zincate, etc. Per manufatti da impiegare in ambienti chimicamente aggressivi, si dovrà provvedere alla loro protezione mediante rivestimento di mastice bituminoso o asfaltico, contenente fibre inerti, avente uno spessore minimo di 1,5 mm. inserito sulla cresta delle ondulazioni e dovrà corrispondere ad un peso unitario di 1,5 Kg/m² per faccia applicato a spruzzo od a pennello, ovvero di bitume applicato mediante immersione a caldo, negli stessi quantitativi precedentemente indicati. La Direzione dei Lavori si riserva di far assistere proprio personale alla fabbricazione dei manufatti allo scopo di controllare la corretta esecuzione secondo le prescrizioni sopra indicate ed effettuare, presso lo stabilimento di produzione, le prove chimiche e meccaniche per accertare la qualità e lo spessore del materiale; tale controllo potrà essere fatto in una qualunque delle fasi di fabbricazione senza peraltro intralciare il normale andamento della produzione. Il controllo del peso di rivestimento di zinco sarà effettuato secondo le norme indicate dalle specifiche ASTM A 90-53. Il controllo della centratura della zincatura sarà eseguito immergendo i campioni in una soluzione di C_uSO_4 nella misura di 36 gr. ogni 100 gr. di acqua distillata (come previsto dalle tabelle U.N.I. 1475 - 1476 - 4007); essi dovranno resistere alla immersione senza che appaiano evidenti tracce di rame. La Direzione dei Lavori si riserva inoltre, per ogni fornitura di condotte ondulate in acciaio, di far eseguire apposita analisi, presso un Laboratorio Ufficiale, su campioni prelevati in contradditorio con l'Impresa, per accertare la presenza del rame nell'acciaio nelle prescritte quantità. Analoghe analisi potranno essere fatte eseguire per l'accertamento del peso del rivestimento di zinco e della relativa centratura. L'Impresa dovrà comunque, per ogni fornitura effettuata, presentare alla Direzione dei Lavori una valida certificazione rilasciata dal produttore o dal fornitore del materiale attestante la sua esatta composizione chimica e le sue caratteristiche fisiche. Il controllo dello spessore verrà fatto sistematicamente ed avrà esito positivo se gli spessori misurati in più punti del manufatto rientrano nei limiti delle tolleranze prescritte. Nel caso gli accertamenti su un elemento non trovino corrispondenza alle caratteristiche previste ed il materiale presenti evidenti difetti, saranno presi in esame altri 2 elementi; se l'accertamento di questi 2 elementi è positivo si accetta la partita, se negativo si scarta la partita; se un elemento è positivo e l'altro no, si controllano 3 elementi, se uno di questi è negativo si scarta la partita. I pesi, in rapporto allo spessore dei vari diametri impiegati, dovranno risultare da tabelle fornite da ogni fabbricante, con tolleranza del 5%. A titolo orientativo vengono qui di seguito riportati i dati relativi ai tipi commercialmente in uso, non escludendosi la possibilità di adottare, ferme restando la qualità dell'acciaio e le prescrizioni relative alla zincatura, tipi aventi caratteristiche geometriche similari, rispondenti a tutti i requisiti di stabilità che dovranno risultare da verifiche statiche, estese a tutti gli elementi strutturali, tenendo conto dei carichi esterni applicati e con l'adozione dei metodi della Scienza delle Costruzioni.

a) Ad elementi incastrati per tombini

L'ampiezza dell'onda sarà di 67,7 mm. (2" 2/3) e la profondità di 12,7 mm. (½"); la lunghezza dell'intero manufatto, al netto di eventuali testate, sarà un multiplo di ml. 0,61 (2 feet). Il tipo sarà costituito da due mezze sezioni cilindriche ondulate, curvate al diametro prescritto; dei due bordi longitudinali di ogni elemento l'uno sarà a diritto filo e l'altro ad intagli, tali da formare quattro riseghe atte a ricevere, ad "incastro", il bordo del diritto dell'altro elemento. Nel montaggio del tubo le sovrapposizioni circolari dovranno essere sfalsate, facendo si che ogni elemento superiore si innesti sulla metà circa dei due elementi inferiori corrispondenti. Gli appositi elementi verranno legati fra loro, in senso longitudinale, mediante appositi ganci in acciaio zincato. Le forme impiegabili, nel tipo ad elementi incastrati, saranno: la circolare con diametro variabile da 0,30 a 1,50 ml. e che potrà essere fornita con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro e la policentrica, anche ribassata, con luce minima di 0,40 e luce massima di 1,75 ml.

b) A piastre multiple per tombini e sottopassi

L'ampiezza dell'onda sarà di mm. 152,4 (6") e la profondità di mm. 50,8 (2"); il raggio della curva interna della gola dovrà essere almeno di mm. 28,6 (1" ⅛); le piastre saranno fornite in misura standard ad elementi tali da fornire, montate in opera, un vano la cui lunghezza sia multiplo di 0,61 ml. I bulloni di giunzione delle piastre dovranno essere di diametro non inferiore a ¾" ed appartenere alla classe G8 (Norme U.N.I. 3740). Le teste dei bulloni dei cavi dovranno assicurare una perfetta adesione ed occorrendo si dovranno impiegare speciali rondelle. Le forme di

manufatti da realizzarsi mediante piastre multiple saranno circolari, con diametro compreso da 1,50 a 6,40 ml. e potranno essere fornite con una preformazione ellittica massima del 5% in rapporto al diametro; ribassate con luce variabile da 1,80 a 6,50 ml.; ad arco con luce variabile da 1,80 a 9,00 ml.; policentriche (per sottopassi) con luce variabile da 2,20 a 7,00 ml. Peraltro, in base e conformemente all'uso americano, per conseguire una riduzione di peso e quindi una economia per l'Amministrazione, sarà opportuno ammettere la lunghezza delle piastre comprese tra 1,75 e 2,50 ml. pur non essendo tali misure multipli esatti di 0,61 come avanti detto. Infine la coppia dinamometrica di serraggio per i bulloni dovrà, al termine del serraggio stesso, risultare tra 18 e 27. Per la posa in opera dei suddetti manufatti dovrà essere predisposto un adeguato appoggio, ricavando nel piano di posa (costituito da terreno naturale o eventuale rilevato preesistente) un vano opportunamente profilato e accuratamente compattato, secondo la sagoma da ricevere ed interponendo fra il terreno e la tubazione, un cuscinetto di materiale granulare fino (max 15 mm.) avente spessore di almeno 30 cm. Il rinterro dei quarti inferiori delle condotte dovrà essere fatto con pestelli meccanici, o con pestelli a mano nei punti ove i primi non sono impiegabili. Il costipamento del materiale riportato sui fianchi dovrà essere fatto a strati di 15 cm. utilizzando anche i normali mezzi costipanti dei rilevati, salvo che per le parti immediatamente adiacenti alle strutture dove il costipamento verrà fatto con pestelli pneumatici o a mano. Occorrerà evitare che i mezzi costipatori lavorino a "contatto" della struttura metallica. Le parti terminali dei manufatti dovranno essere munite di testate metalliche prefabbricate, oppure in muratura in conformità dei tipi adottati.

c) Tubi perforati per drenaggi

I tubi per drenaggio avranno struttura portante costituita da lamiera d'acciaio con profilatura ondulata con onda elicoidale continua da un capo all'altro di ogni singolo tronco, in modo che una sezione normale alla direzione dell'onda rappresenti una linea simile ad una sinusoide.
L'acciaio della lamiera ondulata, dello spessore minimo di 1,2 mm. con tolleranza UNI (Norme UNI 2634), dovrà avere carico unitario di rottura non inferiore a 340 N/mm² e sarà protetto su entrambe le facce da zincatura eseguita secondo le Norme UNI 5744-66 e 5745-75 con 480 grammi nominali di zinco per metro quadrato. Di norma l'ampiezza dell'onda sarà di 38 mm. (1"½) ed una profondità di 6,35 mm. (¼"). Sulle condotte saranno praticati dei fori del diametro di 0,9 cm. (tolleranza 0,1 cm.) che saranno distribuiti in serie longitudinale con interasse di 38 mm., tutti disposti in un quarto di tubo. I singoli tronchi, di lunghezza non superiore a 9 ml., saranno uniti tra loro mediante fasce di giunzione da fissare con bulloni.

12.10 - Apparecchi di appoggio

La concezione strutturale deve prevedere facilità di sostituzione degli apparecchi di appoggio, nel caso in cui questi abbiano vita nominale più breve di quella della costruzione alla quale sono connessi.

12. 11 - Verniciatura e zincatura

Gli elementi delle strutture in acciaio, a meno che siano di comprovata resistenza alla corrosione, devono essere adeguatamente protetti mediante verniciatura o zincatura, tenendo conto del tipo di acciaio, della sua posizione nella struttura e dell'ambiente nel quale è collocato. Devono essere particolarmente protetti i collegamenti bullonati (precaricati e non precaricati), in modo da impedire qualsiasi infiltrazione all'interno del collegamento. Anche per gli acciai con resistenza alla corrosione migliorata (per i quali può farsi utile riferimento alla norma UNI EN 10025-5) devono prevedersi, ove necessario, protezioni mediante verniciatura.
Nel caso di parti inaccessibili o profili a sezione chiusa non ermeticamente chiusi alle estremità, dovranno prevedersi adeguati sovraspessori. Gli elementi destinati a essere incorporati in getti di calcestruzzo non devono essere verniciati ma possono essere invece zincati a caldo. I rivestimenti a protezione dei materiali metallici contro la corrosione devono rispettare le prescrizioni delle seguenti norme:

- UNI EN 12329 - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrolitici di zinco con trattamento supplementare su materiali ferrosi o acciaio;
- UNI EN 12330 - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrolitici di cadmio su ferro o acciaio;
- UNI EN 12487 - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti di conversione cromati per immersione e senza immersione su alluminio e leghe di alluminio;
- UNI EN 12540 - Protezione dei materiali metallici contro la corrosione. Rivestimenti elettrodepositati di nichel, nichel più cromo, rame più nichel e rame più nichel più cromo;
- UNI EN 1403 - Protezione dalla corrosione dei metalli. Rivestimenti elettrolitici. Metodo per la definizione dei requisiti generali;
- UNI EN ISO 12944-1 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 1. Introduzione generale;
- UNI EN ISO 12944-2 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 2. Classificazione degli ambienti;
- UNI EN ISO 12944-3 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 3. Considerazioni sulla progettazione;
- UNI EN ISO 12944-4 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 4. Tipi di superficie e loro preparazione;
- UNI EN ISO 12944-6 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 6. Prove di laboratorio per le prestazioni;
- UNI EN ISO 12944-7 - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Parte 7. Esecuzione e sorveglianza dei lavori di verniciatura.

13 – Applicazione di dispositivi antisismici

All'atto della posa in opera dei dispositivi antisismici, il direttore dei lavori deve verificare, acquisendone copia, che il dispositivo sia dotato di attestato di conformità di cui al D.P.R. n. 246/1993 (marcatura CE) ovvero, ove non ricorrano i casi di cui ai punti A e C del paragrafo 11.1 delle Nuove norme tecniche per le costruzioni, che sia dotato di attestato di qualificazione del servizio tecnico centrale, nonché del marchio previsto nel paragrafo precedente e che le procedure di posa in opera siano conformi alle specifiche tecniche del produttore del sistema stesso.
Il Direttore dei Lavori deve inoltre rifiutare le eventuali forniture non conformi ed effettuare idonee prove di accettazione che comprendano, in ogni caso, la verifica geometrica e delle tolleranze dimensionali, nonché eventualmente la valutazione delle principali caratteristiche meccaniche secondo le modalità descritte nel seguito.

13.1 - I dispositivi a comportamento lineare

Le prove di accettazione sui materiali sono quelle previste dalle vigenti norme e finalizzate ad accertare la tensione e l'allungamento al limite elastico e la tensione e l'allungamento a rottura del materiale costituente gli elementi base del dispositivo. Esse sono finalizzate a individuare i valori medi e quelli caratteristici delle quantità suddette e la prevedibile costanza di comportamento del materiale considerato e devono permettere di estrapolare il comportamento del materiale da quello del dispositivo e di verificare la sostanziale invariabilità del comportamento del dispositivo rispetto alla variazioni ambientali, alla temperatura interna e all'invecchiamento.
Il tipo e le modalità di prova devono essere stabiliti di volta in volta dal produttore, in relazione al tipo di materiale, e verranno giustificati con una relazione, di cui il produttore si assumerà piena e completa responsabilità, che chiarisca in ogni dettaglio il rapporto tra comportamento del materiale e comportamento del dispositivo.

Detto d_2 lo spostamento massimo di progetto in un dispositivo, corrispondente allo SLC, le prove di qualificazione sui dispositivi, che possono essere estese a tutti i dispositivi geometricamente simili (rapporti di scala geometrica compresi tra 0,5 e 2) e prodotti con gli stessi materiali di quelli provati, sono le seguenti:

- prova preliminare, condotta imponendo al prototipo almeno cinque cicli completi di deformazioni alternate, con ampiezza massima non inferiore a ± 0,1 d_2, ± 0,2 d_2, ± 0,3 d_2, ± 0,5 d_2, ± 0,7 d_2 e almeno dieci cicli con ampiezza massima non inferiore a ± d_2;
- prova quasi statica, condotta imponendo al prototipo almeno cinque cicli completi di deformazioni alternate, con ampiezza massima riferita al prototipo reale pari a ± d_2;
- prova dinamica, condotta imponendo al prototipo almeno cinque cicli completi di deformazioni alternate, con ampiezza massima riferita al prototipo reale pari a ± d_2, applicando le deformazioni imposte con una velocità mediamente pari a quella che si può verificare nel caso del terremoto di progetto relativo allo stato limite di collasso e assimilabile, in mancanza di specifiche valutazioni e per i soli dispositivi facenti parte di sistemi di isolamento sismico, a quella corrispondente a una frequenza di 0,5 Hz per ogni ciclo completo.

La prova dinamica può essere sostituita da una replica della prova statica, qualora il materiale degli elementi base sia acciaio o altro materiale il cui comportamento ciclico non dipenda dalla velocità di deformazione. Tale proprietà dovrà eventualmente essere verificata attraverso apposite prove sui materiali o sugli elementi base.
Le prove di qualificazione devono essere effettuate su almeno due dispositivi. I dispositivi sottoposti a prove di qualificazione potranno essere utilizzati nella costruzione solo se gli elementi sollecitati in campo non lineare vengono sostituiti o se la loro resistenza alla fatica oligociclica è di un ordine di grandezza superiore al numero dei cicli delle prove e comunque previo accertamento della piena funzionalità, attraverso la successiva effettuazione delle prove di accettazione e verifica dei relativi parametri.
Qualora il dispositivo sia geometricamente simile a un isolatore elastomerico e sia soggetto ad azione tagliante, senza però svolgere funzione portante, le prove di qualificazione dovranno essere condotte secondo le modalità previste per le prove su isolatori elastomerici, ma con le seguenti varianti:

- caratterizzazione dei dispositivi in assenza di carico iniziale, riproducendo le condizioni di vincolo sulle facce superiori e inferiori del dispositivo in opera;
- nessuna prova di creep.

Le prove di accettazione sui dispositivi, che saranno effettuate con le modalità già viste per le prove di qualificazione e si riterranno superate se i risultati ottenuti non differiranno da quelli delle prove di qualificazione di oltre il ± 10%, sono le seguenti:

- misura della geometria esterna - con tolleranza di ± 10% sugli spessori e ± 5% sulle lunghezze - dei componenti che risultano determinanti ai fini del comportamento del dispositivo nel sistema strutturale;
- prova ciclica condotta imponendo al prototipo almeno quattro cicli completi di deformazioni alternate, con ampiezza massima non inferiore a ± $d_2/20$, volte a determinare il valore della rigidezza teorica iniziale K_1;
- le prove di accettazione devono essere effettuate su almeno il 20% dei dispositivi, comunque non meno di quattro e non più del numero di dispositivi da mettere in opera. Su almeno un dispositivo verrà anche condotta una prova quasi statica, imponendo almeno cinque cicli completi di deformazioni alternate, con ampiezza massima pari a ± d_2.

Qualora il dispositivo abbia caratteristiche costruttive analoghe a quelle di un isolatore elastomerico, ne sia geometricamente simile e sia soggetto ad azione tagliante senza però svolgere funzione portante dei carichi verticali, le prove di accettazione dovranno essere condotte secondo le modalità previste per le prove su isolatori elastomerici, ma con una variante, consistente nella caratterizzazione dei dispositivi in assenza di carico iniziale, riproducendo le condizioni di vincolo sulle facce superiori e inferiori del dispositivo in opera.

13.2 - I dispositivi a comportamento non lineare

I dispositivi a comportamento non lineare possono realizzare comportamenti meccanici diversi, ad elevata o bassa dissipazione di energia, con riduzione o incremento della rigidezza al crescere dello spostamento, con o senza spostamenti residui all'azzeramento della forza. Nel seguito si tratteranno dispositivi caratterizzati da una riduzione della rigidezza, ma con forza sempre crescente, al crescere dello spostamento, i cui diagrammi forza-spostamento sono sostanzialmente indipendenti dalla velocità di percorrenza.
I dispositivi a comportamento non lineare sono costituiti da elementi base che ne determinano le caratteristiche meccaniche fondamentali ai fini della loro utilizzazione. Il loro comportamento è individuato dalla curva caratteristica che lega la forza trasmessa dal dispositivo al corrispondente spostamento. Tali curve caratteristiche sono in generale schematizzabili con delle relazioni bilineari definite imponendo il passaggio per il punto di coordinate (F_1, d_1), corrispondente al limite teorico del comportamento elastico lineare del dispositivo e per il punto di coordinate (F_2, d_2), corrispondente alla condizione di progetto allo SLC.
Il ciclo bilineare teorico è definito dai seguenti parametri:

- d_{el} = spostamento nel primo ramo di carico in una prova sperimentale entro il quale il comportamento è sostanzialmente lineare. In generale può assumersi un valore pari a $d_2/20$;
- F_{el} = forza corrispondente a d_{el}, nel ramo di carico iniziale sperimentale;
- d_1 = ascissa del punto d'intersezione della linea retta congiungente l'origine con il punto (d_{el}, F_{el}) e la linea retta congiungente i punti ($d_2/4$, $F(d_2/4)$) e (d_2, F_2) nel terzo ciclo della prova sperimentale;
- F_1 = ordinata del punto d'intersezione della linea retta congiungente l'origine con il punto (d_{el}, F_{el}) e la linea retta congiungente i punti ($d_2/4$, $F(d_2/4)$) e (d_2, F_2) nel terzo ciclo della prova sperimentale;
- d_2 = spostamento massimo di progetto del dispositivo corrispondente allo SLC;
- F_2 = forza corrispondente allo spostamento d_2, ottenuta al terzo ciclo sperimentale.

Le rigidezze elastica e post-elastica, rispettivamente del primo ramo e del secondo ramo, vengono definite come $K_1 = F_1/d_1$ e $K_2 = (F_2 - F_1)/(d_2 - d_1)$, mentre la rigidezza secante è data da $K_{sec} = F_2/d_2$ e lo smorzamento equivalente è $\xi_e = E_d / (2\pi F_2 \quad d_2)$, essendo E_d l'area del ciclo d'isteresi.
Per assicurare un comportamento ciclico stabile, le variazioni in una serie di cicli di carico riferiti allo stesso spostamento massimo devono essere limitate nel modo seguente:

$$\left|K_{2,(i)} - K_{2,(3)}\right| / K_{2,(3)} \le 10\%$$

$$\left|\xi_{e,(i)} - \xi_{e,(3)}\right| / \xi_{e,(3)} \le 10\%$$

dove:

- il pedice $_3$ si riferisce a quantità determinate nel terzo ciclo di carico
- il pedice $_i$ si riferisce a quantità relative all'i-esimo ciclo, escluso il primo ($_i \ge 2$).

Il ciclo teorico che eventualmente si assume per l'esecuzione delle analisi non lineari per la progettazione della struttura, completato dei rami di scarico e ricarico coerenti con il comportamento reale, deve essere tale che l'energia dissipata in un ciclo non differisca di più del 10% dall'energia dissipata nel terzo ciclo di carico della prova sperimentale.

Le massime differenze tra le caratteristiche meccaniche ottenute nelle prove di qualificazione e i valori di progetto o nelle normali condizioni d'uso devono essere contenute entro limiti riportati nella tabella seguente:

	Fornitura	Invecchiamento	Temperatura	Frequenza di prova
K_2	±15%	±20%	±20%	±10%
K_{sec}	±15%	±20%	±40%	±10%
ξ_e	±10%	±15%	±15%	±10%

Le variazioni devono essere valutate con riferimento al terzo ciclo di prova.
Quando il rapporto d'incrudimento risulta $K_2/K_1 \leq 0,05$, il limite su K_2 viene sostituito dal limite sulla variazione di K_2/K_1 che deve differire meno di 0,01 dal valore di progetto.
Per le prove di accettazione sui materiali, di qualificazione e di accettazione sui dispositivi si applica quanto previsto per i dispositivi lineari.

13.3 - I dispositivi a comportamento viscoso

I dispositivi a comportamento viscoso trasmettono in generale soltanto azioni orizzontali e hanno rigidezza trascurabile rispetto alle azioni verticali. Il dispositivo deve possedere due cerniere sferiche alle estremità, onde evitare effetti di trafilamento e deterioramento delle guarnizioni e la capacità rotazionale deve essere valutata tenendo conto dei carichi che interesseranno la struttura nel corso della vita, degli effetti del sisma e dei disallineamenti di montaggio. In ogni caso la rotazione consentita dalle cerniere non deve essere inferiore ai due gradi sessagesimali.
I dispositivi devono evitare snervamenti sotto l'applicazione dei carichi di servizio e rotture sotto le condizioni di collasso. Devono essere inoltre in grado di sopportare le accelerazioni laterali risultanti dalle analisi sismiche strutturali allo SLC e, in assenza di tale valutazione, devono resistere a una forza minima trasversale pari ad almeno due volte il peso proprio del dispositivo. Il progetto e la costruzione del dispositivo devono consentire la manutenzione nel corso della vita utile ed evitare che fenomeni di instabilità interessino gli steli, nelle condizioni di massima estensione e in riferimento alla configurazione di messa in opera.
Le prove di accettazione sui materiali sono quelle previste dalle vigenti norme e finalizzate ad accertare le caratteristiche di viscosità del fluido. Esse devono permettere di estrapolare il comportamento del materiale da quello del dispositivo e di verificare la sostanziale invariabilità del comportamento del dispositivo rispetto alle variazioni ambientali, alla temperatura interna, all'invecchiamento. Il tipo e le modalità di prova verranno stabiliti di volta in volta dal produttore, in relazione al tipo di materiale e verranno giustificati con una relazione, di cui il produttore si assumerà piena e completa responsabilità, che chiarisca in ogni dettaglio il rapporto tra comportamento del materiale e comportamento del dispositivo.
Detto d_2 lo spostamento massimo di progetto in un dispositivo, corrispondente allo SLC, le prove di qualificazione sui dispositivi, che possono essere estese a tutti i dispositivi geometricamente simili (rapporti di scala geometrica compresi tra 0,5 e 2) e prodotti con gli stessi materiali di quelli provati, sono le seguenti:

- prova preliminare, finalizzata alla verifica dei parametri caratterizzanti il comportamento del dispositivo, condotta imponendo al prototipo almeno quattro cicli completi di deformazioni alternate, con rampe a velocità costante e ampiezza massima riferita al prototipo reale non inferiore a ± 0,5 d_2, per almeno cinque diversi valori della velocità di spostamento, pari al 25%, 50%, 75%, 100%, 125% del valore di progetto;
- prova dinamica, condotta imponendo al prototipo almeno dieci cicli completi di deformazioni alternate, con ampiezza massima riferita al prototipo reale pari a ± d_2, eventualmente effettuati in due serie di cinque o più cicli consecutivi, applicando le deformazioni imposte con una velocità mediamente pari a quella che si può verificare nel caso del terremoto di progetto relativo allo stato limite di collasso e assimilabile, in mancanza di specifiche valutazioni e per i soli dispositivi facenti parte di sistemi di isolamento sismico, a quella corrispondente a una frequenza di 0,5 H_z per ogni ciclo completo di ampiezza massima ± d_2.

Le prove di qualificazione devono essere effettuate su almeno due dispositivi. I dispositivi sottoposti a prove di qualificazione potranno essere utilizzati nella costruzione previa verifica della loro perfetta integrità a seguito delle prove, da accertare attraverso la successiva effettuazione delle prove di accettazione e il controllo dei relativi parametri di verifica.
Le prove di accettazione sui dispositivi, che saranno effettuate con le modalità già viste per le prove di qualificazione e si riterranno superate se i risultati ottenuti non differiranno da quelli delle prove di qualificazione di oltre il ± 10%, sono le seguenti:

- misura della geometria esterna, con verifica delle tolleranze stabilite dal progettista;
- prova dinamica, condotta imponendo al prototipo almeno dieci cicli completi di deformazioni alternate, con ampiezza massima pari a ± d_2, eventualmente effettuati in due serie di cinque o più cicli consecutivi, applicando le deformazioni imposte con una velocità mediamente pari a quella che si può verificare nel caso del terremoto di progetto relativo allo stato limite di collasso e assimilabile, in mancanza di specifiche valutazioni e per i soli dispositivi facenti parte di sistemi di isolamento sismico, a quella corrispondente a una frequenza di 0,5 H_z per ogni ciclo completo di ampiezza massima ± d_2.

Le prove di accettazione devono essere effettuate su almeno il 20% dei dispositivi, comunque non meno di quattro e non più del numero di dispositivi da mettere in opera.

13.4 - Gli isolatori elastomerici

Gli isolatori devono avere pianta con due assi di simmetria ortogonali, così da presentare un comportamento il più possibile indipendente dalla direzione dell'azione orizzontale agente. Ai fini della determinazione degli effetti di azioni perpendicolari agli strati, le loro dimensioni utili devono essere riferite alle dimensioni delle piastre in acciaio, depurate di eventuali fori, mentre per gli effetti delle azioni parallele alla giacitura degli strati si considererà la sezione intera dello strato di gomma.
Le piastre di acciaio devono essere conformi a quanto previsto nelle norme per gli apparecchi di appoggio, con un allungamento minimo a rottura del 18% e spessore minimo pari a 2 mm. per le piastre interne e a 20 mm. per le piastre esterne.
Si definiscono due fattori di forma:

- S_1 fattore di forma primario, rapporto tra la superficie À comune al singolo strato di elastomero e alla singola piastra d'acciaio, depurata degli eventuali fori (se non riempiti successivamente), e la superficie laterale libera L del singolo strato di elastomero, maggiorata della superficie laterale degli eventuali fori (se non riempiti successivamente), ossia $S_1 = À/L$;
- S_2 fattore di forma secondario, rapporto tra la dimensione in pianta D della singola piastra in acciaio, parallelamente all'azione orizzontale agente e lo spessore totale t_e degli strati di elastomero, ossia $S_2 = D/t_e$.

Gli isolatori in materiale elastomerico e acciaio sono individuati attraverso le loro curve caratteristiche forza-spostamento, generalmente non lineari, tramite i due parametri sintetici, ovvero la rigidezza equivalente K_e e il coefficiente di smorzamento viscoso equivalente ξ_e.
La rigidezza equivalente K_e, relativa a un ciclo di carico, è definita come rapporto tra la forza F corrispondente allo spostamento massimo d raggiunto in quel ciclo e lo stesso spostamento ($K_e = F/d$) e si valuta come prodotto del modulo dinamico equivalente a taglio G_{din} per A/t_e.
Il coefficiente di smorzamento viscoso equivalente ξ_c si definisce come rapporto tra l'energia dissipata in un ciclo completo di carico E_d e 2p F_d,

ossia $\xi_c = E_d / (2p\ F_d)$.
La rigidezza verticale K_v è definita come rapporto tra la forza verticale di progetto F_v e lo spostamento verticale d_v ($K_v = F_v/d_v$).
Le massime differenze tra le caratteristiche meccaniche ottenute nelle prove di qualificazione e i valori di progetto o nelle normali condizioni d'uso devono essere contenute entro limiti riportati nella tabella seguente:

	Fornitura	Invecchiamento	Temperatura	Frequenza di prova
K_e	± 20%	± 20%	± 20%	± 20%
K_v	- 30%	-	-	-
ξ_e	± 20%	± 20%	± 20%	± 20%

Le variazioni devono essere valutate con riferimento al terzo ciclo di prova. Le frequenze di prova per valutare le variazioni delle caratteristiche meccaniche sono 0,1 H_z e 0,5 H_z.
Le variazioni dovute al carico verticale, valutate come differenza tra i valori corrispondenti al carico verticale massimo e a quello minimo, non dovranno superare il 15% del valore di progetto.
Le prove di accettazione sui materiali sono quelle previste dalle norme sugli apparecchi di appoggio, con le seguenti variazioni e aggiunte:

- le prove di invecchiamento vanno effettuate per 21 giorni a 70 °C;
- la variazione del modulo G deve essere contenuta entro il 20% del valore iniziale;
- il modulo G deve essere determinato anche per una deformazione tangenziale pari a ± 100%.

Le prove di qualificazione sui dispositivi possono essere estese a tutti i dispositivi geometricamente simili (rapporti di scala geometrica compresi tra 0,5 e 2, fattore di forma primario S_1 uguale - con tolleranza del ± 10% - fattore di forma secondario S_2 uguale o maggiore) e a prodotti con gli stessi materiali di quelli provati. Esse devono essere effettuate nell'ordine e con le modalità di seguito specificate, a non meno di due giorni di distanza dalla vulcanizzazione per dispositivi di dimensioni inferiori ai 700 mm e a non meno di quattro giorni per dispositivi più grandi, così da avere una temperatura uniforme sull'intero dispositivo:

- determinazione statica della rigidezza a compressione tra il 30% e il 100% del carico verticale V di progetto, opportunamente scalato, in presenza di sisma, e somma dei carichi verticali dovuti a permanenti e accidentali moltiplicati per opportuni coefficienti e alle eventuali azioni concomitanti (forze orizzontali, spostamenti e rotazioni);
- determinazione statica, sotto compressione costante e pari a 6 MPa, o al valore della tensione di compressione di progetto (con una tolleranza del ± 20%) - se questa è superiore a 8 MPa - del modulo statico di taglio G, convenzionalmente definito come il modulo secante tra le deformazioni di taglio corrispondenti agli spostamenti 0,27 t_e e 0,58 t_e mediante prove di carico-scarico, fino a uno spostamento massimo pari a t_e e in corrispondenza del terzo ciclo;
- determinazione dinamica, sotto compressione costante e pari a 6 MPa o al valore della tensione di compressione di progetto (con una tolleranza del ±20%) - se questa è superiore a 8 MPa - del modulo dinamico di taglio G_{din} e dello smorzamento ξ mediante prove cicliche sinusoidali alla frequenza di 0,5 Hz e $\gamma = 1$ e in corrispondenza del terzo ciclo, valutando $G_{din} = F_{te}/(A_d)$ come modulo secante in corrispondenza di $d/t_e = 1$, con l'obbligo per G_{din} di ricadere nell'intervallo 0,35÷1,50 MPa;
- determinazione delle curve G-γ e ξ-γ mediante le prove dinamiche cicliche precedentemente descritte e per i seguenti valori di γ: 0,05, 0,3, 0,5, 0,7, 1,0, γ_{max} e comunque per deformazioni corrispondenti, nel dispositivo reale, a spostamenti non inferiori a + 0,1 d_2, ± 0,2 d_2, ± 0,3 d_2, ± 0,5 d_2, ± 0,7 d_2, ± d_2, effettuando almeno cinque cicli per ciascuna ampiezza; γ_{max} sarà preso pari a 1,5 se in corrispondenza di d_2 risulta $\gamma < 1,5$ e pari a 2 se $1,5 < \gamma < 2$;
- valutazione della stabilità del dispositivo sotto compressione e taglio, effettuata accertandosi che il dispositivo rimanga stabile se assoggettato a uno spostamento orizzontale pari ad 1,8 t_e in presenza di un carico verticale pari sia a 1,5 V_{max} che a 0,5 V_{min} (indicando con V_{max} e V_{min} rispettivamente i valori massimo e minimo di V);
- valutazione della capacità di sostenere, sotto compressione costante e pari a 6 MPa o al valore della tensione di compressione di progetto (con una tolleranza del ± 20%) - se questa è superiore a 8 MPa -almeno dieci cicli con spostamento massimo impresso almeno pari a d_2;
- valutazione di efficacia dell'aderenza elastomero-acciaio, effettuata sottoponendo l'isolatore, sotto compressione costante e pari a 6 MPa o al valore della tensione di compressione di progetto (con una tolleranza del ±20%) - se questa è superiore a 8 MPa - a una deformazione $\gamma > 2,5$ senza che si verifichino danni. Qualora in corrispondenza dello spostamento di progetto il dispositivo subisca una deformazione $\gamma < 1,5$, il dispositivo può essere caratterizzato per una deformazione $\gamma = 2,0$;
- determinazione delle caratteristiche di creep mediante prove di compressione sotto compressione costante e pari al valore della tensione di compressione di progetto, con una tolleranza del ±20%, della durata di almeno sette giorni. La deformazione verticale per creep deve essere inferiore al 20% della deformazione statica sotto il carico V. Il valore di riferimento della deformazione statica sarà assunto pari a quello misurato dopo dieci minuti dall'inizio dell'applicazione del carico.

Le prove di qualificazione devono essere effettuate su almeno quattro dispositivi, due per le prove senza invecchiamento e due per le prove dopo invecchiamento artificiale, ottenuto mantenendo i dispositivi di prova per 21 giorni a 70 °C.
L'invecchiamento dovrà comunque essere preceduto dalla determinazione statica della rigidezza a compressione e del modulo statico di taglio G, secondo le modalità precedentemente definite, per valutare le caratteristiche dei dispositivi sottoposti a invecchiamento prima dell'invecchiamento stesso. I valori di G dopo l'invecchiamento non devono superare di 1,15 volte i valori di G prima dell'invecchiamento.
I dispositivi sottoposti a prove di qualificazione non potranno essere utilizzati nella costruzione; essi invece potranno essere utilizzati nella costruzione previa verifica della loro perfetta integrità a seguito delle prove, da accertare attraverso la successiva effettuazione delle prove di accettazione e il controllo dei relativi parametri di verifica.
La validità delle prove di invecchiamento potrà essere estesa a tutti i dispositivi realizzati con la stessa mescola, indipendentemente dai rapporti di forma. Per qualificare lo stesso dispositivo per diversi valori della tensione di compressione le prove possono essere ripetute in sequenza sugli stessi dispositivi da qualificare, verificando che tra una prova e la successiva non si siano verificati danni ai dispositivi.
Le prove di accettazione sui dispositivi, che saranno effettuate con le modalità già viste per le prove di qualificazione e si riterranno superate se i risultati ottenuti soddisfano i limiti sotto specificati e se il modulo statico di taglio G non differisce da quello delle prove di qualificazione di oltre il ± 10%, sono le seguenti:

- misura della geometria esterna che dovrà rispettare le tolleranze prescritte dalle norme sugli apparecchi di appoggio, con l'unica deroga dei dispositivi di altezza superiore a 100 mm per i quali la tolleranza sulle altezze è di 6 mm;
- determinazione statica della rigidezza verticale tra il 30% e il 100% del carico V;
- determinazione del modulo statico di taglio G o in alternativa del modulo dinamico di taglio G_{din}, con le modalità specificate per le prove di qualificazione. Quest'ultima è da preferire, quando effettuabile, in quanto riduce le incertezze sul controllo del reale comportamento dinamico del dispositivo;
- valutazione di efficacia dell'aderenza elastomero-acciaio, con le modalità specificate per le prove di qualificazione, ma adottando per

la deformazione γ il valore corrispondente allo spostamento d_2.
Le prove di accettazione devono essere effettuate su almeno il 20% dei dispositivi e comunque su non meno di quattro e su non più del numero di dispositivi da mettere in opera.

13.5 - Gli isolatori a scorrimento
Le superfici di scorrimento in acciaio e PTFE devono essere conformi alla normativa vigente per gli apparecchi di appoggio.
Gli isolatori a scorrimento devono essere in grado di sopportare, sotto spostamento massimo impresso pari a 1,2 d_2, almeno dieci cicli di carico e scarico. I cicli si riterranno favorevolmente sopportati se il coefficiente d'attrito f, nei cicli successivi al primo, non varierà di più del 25% rispetto alle caratteristiche riscontrate durante il terzo ciclo, ossia:

$$| f_{(i)} - f_{(3)} | / f_{(3)} < 0,25$$

dove
- il pedice $_i$ indica le caratteristiche valutate all'i-esimo ciclo
- il pedice $_3$ indica le caratteristiche valutate al terzo ciclo.

Detto d_{dc} lo spostamento massimo di progetto del centro di rigidezza del sistema d'isolamento, corrispondente allo SLC, qualora l'incremento della forza nel sistema di isolamento per spostamenti tra 0,5 d_{dc} e d_{dc} sia inferiore all'1,25% del peso totale della soprastruttura, gli isolatori a scorrimento devono essere in grado di garantire la loro funzione di appoggio fino a spostamenti pari ad 1,25 d_2.
Si deve verificare che il coefficiente d'attrito sia comunque sempre inferiore al valore di progetto per variazioni nell'ambito della fornitura, della temperatura e della frequenza di prova.
Le prove di accettazione sulle superfici di scorrimento sono quelle previste dalle norme per gli apparecchi di appoggio.
Le prove di qualificazione sui dispositivi, che possono essere estese a tutti i dispositivi geometricamente simili (rapporti di scala geometrica compresi tra 0,5 e 2) e prodotti con gli stessi materiali di quelli provati sono le seguenti:
- determinazione statica del coefficiente d'attrito, per almeno tre valori della compressione, costante durante la prova, pari al carico verticale V di esercizio e a V_{max} e a V_{min}, opportunamente scalati;
- determinazione dinamica del coefficiente d'attrito, per almeno tre valori della compressione, costante durante la prova, pari al carico verticale V di esercizio e a V_{max} e a V_{min}, opportunamente scalati, e per tre valori della velocità (frequenza), pari a quella di progetto e alla stessa variata del ± 30%;
- valutazione della capacità di sostenere, sotto compressione costante e pari al valore della tensione di compressione di progetto, con una tolleranza del ±20%, almeno dieci cicli con spostamento massimo impresso almeno pari a d_2.

Qualora gli isolatori fossero dotati di elementi o meccanismi supplementari atti a migliorarne le prestazioni sismiche, le prove andranno ripetute con la presenza di tali parti supplementari.
Le prove di qualificazione devono essere effettuate su almeno due dispositivi. I dispositivi sottoposti a prove di qualificazione potranno essere utilizzati nella costruzione previa verifica della loro perfetta integrità a seguito delle prove, da accertare attraverso la successiva effettuazione delle prove di accettazione e il controllo dei relativi parametri di verifica.
Nel caso in cui le prove vengano effettuate su dispositivi in scala, i certificati di prova dovranno essere accompagnati da una relazione del produttore o del progettista che dimostri l'equivalenza dei risultati a quelli ottenibili su un dispositivo non in scala.
Le prove di accettazione sui dispositivi, che saranno effettuate con le modalità già viste per le prove di qualificazione, sono le seguenti:
- verifica delle tolleranze dimensionali delle superfici di scorrimento, come previste dalle norme per gli apparecchi di appoggio;
- determinazione statica del coefficiente d'attrito, per almeno tre valori della compressione, costante durante la prova, pari al carico verticale V di esercizio, e ai valori di progetto sotto azioni sismiche V_{max} e V_{min}.

Le prove di accettazione devono essere effettuate su almeno il 20% dei dispositivi, comunque su non meno di quattro e su non più del numero di dispositivi da mettere in opera. Qualora gli isolatori fossero dotati di elementi o meccanismi supplementari atti a migliorarne le prestazioni sismiche, su almeno un dispositivo completo di tali parti supplementari verrà anche condotta una prova quasi statica, imponendo almeno cinque cicli completi di deformazioni alternate, con ampiezza massima pari a ± d_2. Il dispositivo non potrà essere utilizzato nella costruzione, a meno che il suo perfetto funzionamento non sia ripristinabile con la sostituzione degli elementi base.

14 Solai e soffitti

14.1 - Solai su travi in legno
Le travi saranno di legno abete, di prima qualità, ed avranno le dimensioni e le distanze che saranno indicate in relazione alla luce ed al sovraccarico. I travicelli in legno abete, della sezione di 8 x 10 cm. o altra sezione indicata nei disegni di progetto, saranno collocati alla distanza, fra asse ed asse, corrispondente alla lunghezza delle tavelle che devono essere collocate su di essi. I vani sui travi, fra i travicelli, dovranno essere riempiti di muratura e sull'estradosso delle tavelle deve essere disteso uno strato di calcestruzzo magro di calce idraulica formato con ghiaietto fine. Le travi dovranno essere poste su solidi appoggi ed a perfetto livello, le teste che vanno immurate, dovranno essere abbondantemente spalmate di carbolineum.

14.2 - Solai in cemento armato (massicci)
Per tali solai si richiamano tutte le norme e prescrizioni per l'esecuzione delle opere in cemento armato previste nel presente disciplinare.

14.3 - Solai a travetti
I travetti in calcestruzzo sono realizzati interamente con questo materiale; i travetti misti sono costituiti da una suola generalmente in laterizio e da un getto poco importante in calcestruzzo di solidarizzazione della suola con l'armatura. La messa in opera richiede attrezzatura di sollevamento alquanto modesta. Una volta posati i travetti opportunamente distanziati, su di essi vengono impostati i blocchi. È richiesta poca impalcatura di sostegno: normalmente una fascia rompitratta in mezzeria per regolarizzare le quote d'intradosso dei vari travetti. I blocchi di alleggerimento richiedono una suola superiore di calcestruzzo, mentre quelli collaboranti presentano una propria suola sostitutiva o integrativa di quella in calcestruzzo.

14.4 - Solai di tipo misto in cemento armato ed elementi laterizi forati dei tipi correnti o brevettati a costituire alleggerimenti o camere d'aria
Per l'esecuzione di tali solai si seguiranno tutte le norme prescritte per le opere in cemento armato e le disposizioni di legge vigenti; disposti, inoltre, sulla impalcatura i laterizi del tipo prescelto, particolare cura dovrà aversi nella collocazione dei ferri di armatura e prima di iniziare il getto del conglomerato cementizio i laterizi dovranno essere abbondantemente bagnati.
Tutti i solai dovranno essere calcolati per il sovraccarico previsto nell'elenco prezzi, oltre ai carichi fissi (peso proprio, pavimenti, strato isolante, sottofondi, intonaci, tramezzi, etc.) e dovranno rispondere a quanto stabilito dal D.M. 14 gennaio 2008.
In corrispondenza ai tramezzi si dovrà opportunamente aumentare la sezione dei ferri e provvedere ad una conveniente armatura di distribuzione del carico con l'uso di reti in acciaio elettrosaldate. Nell'esecuzione dei solai si dovrà provvedere alla verifica ed al consolidamento delle necessarie puntellazioni e armature provvisorie.

In particolare devono essere osservate le seguenti norme:

- i solai devono essere conformati in modo che le loro parti a pressione vengano, nella posa, a collegarsi tra di loro così da assicurare una uniforme trasmissione degli sforzi di pressione dall'uno all'altro elemento;
- la cappa di calcestruzzo, dello spessore minimo di 4 cm., deve avere la perfetta aderenza con il laterizio ai fini della trasmissione degli sforzi di scorrimento;
- il carico di rottura a pressione semplice riferito alla sezione netta delle pareti e delle costolature non deve risultare inferiore a Kg. 350 per m^2 e quello a trazione dedotto con la prova di flessione non minore di Kg. 50 per cm^2;
- qualsiasi superficie metallica facente parte della sezione resistente deve risultare circondata da una massa di cemento che abbia in ogni direzione spessore non inferiore di un centimetro.

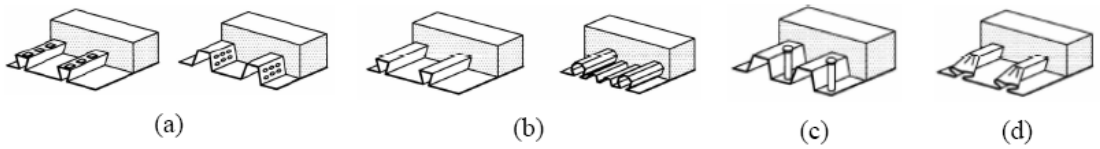
In tutti i solai con laterizi la larghezza delle nervaturine non deve essere minore di 7 cm. ed il loro interasse non deve superare i 40 cm. nei tipi a nervaturine parallele e 80 cm. in quelli a nervaturine incrociate. Di regola devono essere previste nervature trasversali di ripartizione nei tipi a nervaturine parallele di campata maggiore di 5 ml. È consentito l'impiego di solai speciali con nervaturine di cemento armato e laterizi, senza soletta di conglomerato, purché i laterizi, di provata resistenza, presentino rinforzi di conveniente spessore atti a sostituire la soletta di conglomerato e rimangono incastrati fra le dette nervaturine. Le eventuali mensole triangolari di raccordo alle estremità delle solette e delle nervature devono essere profilate inferiormente con inclinazione non maggiore di tre di base per uno di altezza.
Per le solette a pianta rettangolare, qualora non si eseguisca una precisa determinazione delle armature, oltre all'armatura principale portante, disposta parallelamente al lato minore, si deve adottare un'armatura secondaria di ripartizione, disposta secondo il lato maggiore di sezione uguale almeno al 25% di quella dell'armatura principale. Quando il rapporto tra i lati del rettangolo è compreso fra 3/5 ed 1, la soletta deve essere di regola calcolata come piastra. Nelle solette dei solai con laterizi l'armatura di ripartizione deve essere costituita almeno da tre tondini del diametro ø 6 mm. per metro lineare. Un carico isolato agente sulla soletta indirettamente, attraverso una massicciata o pavimentazione, deve essere considerato come ripartito uniformemente su di un rettangolo di lati eguali a quelli della base effettiva di appoggio sulla soprastruttura, aumentati ambedue del doppio dello spessore della massicciata (o pavimentazione). Qualora non si esegua il calcolo della soletta come piastra elastica, per tener conto in modo approssimativo dalla compartecipazione delle strisce adiacenti a quella sotto carico, la soletta può calcolarsi come una trave di sezione rettangolare di larghezza eguale a quella della striscia, come sopra determinata, aumentata ancora di $^1/_3$ della portata, ma non maggiore della portata medesima; l'aumento del terzo della portata non deve essere praticato quando il carico sia prossimo ad un appoggio.

14.5 - Solette composte con lamiera grecata

Si definisce composta una soletta in calcestruzzo gettata su una lamiera grecata, in cui quest'ultima, ad avvenuto indurimento del calcestruzzo, partecipa alla resistenza dell'insieme, costituendo interamente o in parte l'armatura inferiore. La trasmissione delle forze di scorrimento all'interfaccia fra lamiera e calcestruzzo non può essere affidata alla sola aderenza, ma si devono adottare sistemi specifici, che possono essere:

- a ingranamento meccanico fornito dalla deformazione del profilo metallico o a ingranamento ad attrito nel caso di profili sagomati con forme rientranti (schema a-b);
- con ancoraggi di estremità costituiti da pioli saldati o altri tipi di connettori, purché combinati a sistemi a ingranamento (schema c);
- con ancoraggi di estremità ottenuti con deformazione della lamiera, purché combinati con sistemi a ingranamento per attrito (schema d).

Occorre in ogni caso verificare l'efficacia e la sicurezza del collegamento tra lamiera grecata e calcestruzzo.



Lo spessore delle lamiere grecate impiegate nelle solette composte non deve essere inferiore a 0,8 mm. Lo spessore della lamiera potrà essere ridotto a 0,7 mm. quando in fase costruttiva vengano studiati idonei provvedimenti atti a consentire il transito in sicurezza dei mezzi d'opera e del personale. L'altezza complessiva h del solaio composto non deve essere minore di 80 mm. Lo spessore del calcestruzzo h_c al di sopra dell'estradosso delle nervature della lamiera non deve essere minore di 40 mm. Se la soletta realizza con la trave una membratura composta, oppure è utilizzata come diaframma orizzontale, l'altezza complessiva non deve essere minore di 90 mm e h_c non deve essere minore di 50 mm.
La dimensione nominale dell'inerte dipende dalla più piccola dimensione dell'elemento strutturale nel quale il calcestruzzo deve essere gettato.
Le solette composte sostenute da elementi di acciaio o calcestruzzo devono avere una larghezza di appoggio minima di 75 mm., con una dimensione di appoggio del bordo della lamiera grecata di almeno 50 mm. Nel caso di solette composte sostenute da elementi in diverso materiale, tali valori devono essere portati rispettivamente a 100 mm. e 70 mm. Nel caso di lamiere sovrapposte o continue che poggiano su elementi di acciaio o calcestruzzo, l'appoggio minimo deve essere 75 mm. e, per elementi in altro materiale, non inferiore a 100 mm.
I valori minimi delle larghezze di appoggio riportati in precedenza possono essere ridotti, in presenza di adeguate specifiche di progetto circa tolleranze, carichi, campate, altezza dell'appoggio e requisiti di continuità per le armature.

14.6 - Voltine di mattoni pieni o forati di piatto o di costa a lievissima monta

I mattoni che formano la voltina vengono appoggiati alla trave di ferro non direttamente, ma contro uno speciale mattone (mattone copriferro) che si incastra nell'ala della stessa a mezzo di un dente e, mentre protegge la stessa, consente un piano d'imposta e copre la suola della putrella dando all'intonaco una superficie laterizia che evita l'antiestetico segno della trave. Queste voltine, generalmente eseguite di piatto, in taluni casi sono pure eseguite di costa con lo stesso procedimento, impiegando preferibilmente mattoni forati o pieni secondo il caso. Bisogna evitare di fissare il mattone copriferro con malta di gesso per evitare che questo si ossidi. Le travi di sezione conveniente ed in relazione alla portata ed al carico vengono disposte nel senso della minore ampiezza del locale, a interdistanza tra i 0.80 e 1.00 ml.; più raramente a distanza maggiore e comunque non oltre 1.10 ml. a meno di dare una maggiore monta lasciando la soffittatura curvata o naturale. Queste travi saranno prima delle pose colorate, con una doppia spalmatura densa di minio (ossido di piombo).
Tra le due imposte offerte dal mattone copriferro si procederà all'esecuzione delle voltine, dando ad esse una minima monta, dovendo in seguito essere spianate con l'intonaco onde offrire una superficie piana del soffitto. Se lo spessore del soffitto è superiore al foglio, conviene procedere ad una armatura solida e completa mediante piccole centine e tavole appoggiate a formare un tamburo. Generalmente le voltine su ferri vengono eseguite (quando non si impieghi un laterizio forato speciale) dello spessore del foglio o di quarto: in questo caso si eseguiranno piccole centine scorrenti sopra due regoli fissati alle stesse travi con appositi ganci di ferro spostabili. Disposti contro le travi i mattoni copriferro, l'esecutore vi colloca la centinetta sopra i due regoli portati da un numero di ganci formati da tondinello, a due terzi della lunghezza del mattone e, quindi, a mano, dopo aver regolato il piano della centina mediante piccoli cunei di legno, con malta di gesso e sabbia o di gesso e calce, malta bastarda o, impiegando un cemento speciale di rapido indurimento, procede a posare i mattoni premendo contro il filare

precedente per far aderire la malta colpendo il mattone leggermente con il martello sulla costa contro il copriferro o il mattone già in posto, e così l'uno dopo l'altro fino alla chiusura dell'anello in chiave; poi si sposta in avanti la centinetta e si procede nell'esecuzione dell'anello susseguente e così via fino alla chiusura della volta.
Per quanto sia lieve la monta della voltine, questa esercita una spinta sul fianco della trave, la quale subirebbe una flessione nel vuoto se non fosse contrastata, causando lo sfasciamento della voltina che ha perso con la monta la sua coesione, perciò è necessario procedere con la simultanea costruzione di tutte le voltine che coprono il locale; quando ciò non sia possibile o pratico, si provvede collocando tra i fianchi delle travi di ferro, dei pezzi di tavola di costa o dei travicelli di piccola sezione, disposti a distanza uno dall'altra non oltre a 2 ml., sbadacchi che verranno rimossi col procedere delle voltine. Man mano che si procede nella formazione degli anelli, per contrastarne la spinta, si rinfianca la voltina spianandone la superficie di estradosso con malta prima di passare ad un secondo anello.

14.7 - Solai su travi di ferro a doppio T (putrelle) con voltine di mattoni (pieni o forati) o con elementi laterizi interposti
Questi solai saranno composti delle putrelle, dei copriferri, delle voltine in mattoni (pieni o forati) o dei tavelloni o delle volterrane ed infine del riempimento. Le putrelle saranno delle dimensioni fissate volta per volta dalla Direzione dei Lavori e collocate alla distanza, tra asse ed asse, che verrà prescritta; in ogni caso tale distanza non sarà superiore a 1 ml. Prima del loro collocamento in opera dovranno essere colorate a minio di piombo e forate per l'applicazione delle chiavi, dei tiranti e dei tondini di armatura delle piattabande. Le chiavi saranno applicate agli estremi delle putrelle alternativamente (e cioè una con le chiavi e la successiva senza) e i tiranti trasversali, per le travi lunghe più di 5 m, a distanza non maggiore di 2,50 ml. Le voltine, di mattoni pieni o forati, saranno eseguite ad un testa in malta comune od in foglio con malta di cemento a rapida presa, con una freccia variabile fra cinque e dieci centimetri.
Quando la freccia è superiore ai 5 cm. dovranno intercalarsi fra i mattoni delle voltine delle grappe in ferro per meglio assicurare l'aderenza della malta di riempimento dell'intradosso. I tavelloni e le volterrane saranno appoggiati alle travi con l'interposizione di copriferri. Le voltine di mattoni, le volterrane ed i tavoloni, saranno poi rinfiancati sino all'altezza dell'ala superiore della trave e dell'estradosso delle voltine e volterrane, se più alto, con scoria leggera di fornace o pietra pomice, convenientemente crivellata e depurata da ogni materiale pesante, impastata con malta magra fino ad intasamento completo. Quando la faccia inferiore dei tavelloni o volterrane debba essere intonacata sarà opportuno applicarvi preventivamente una sbruffatura di malta cementizia ad evitare eventuali distacchi dell'intonaco stesso.

14.8 - Soffitti
I soffitti saranno in laterizio armato con travetti portanti posti in opera ad interasse di distanze costanti con interposte tavelline, dovranno essere calcolati per un sovraccarico non inferiore a 150-200 Kg/m² oltre ai pesi fissi, ed eventualmente dovranno servire da tirante per eliminare la spinta delle falde; nel soffitto nel punto indicato dalla Direzione dei Lavori dovrà essere ricavata una botola da 80 x 80 cm., con cassa e sportello in legno con telaio in abete o in acciaio da 35 mm. netti e specchio di compensato da 5 mm. completo di ferramenta e coloritura.
In alternativa a quanto sopradescritto, i soffitti potranno essere costituiti da solaio del tipo misto di laterizio a cemento armato con sovrastante cappa dello spessore minimo di 4 cm. I solai dovranno essere calcolati per un sovraccarico minimo di 200 Kg/m², oltre ai carichi fissi, e dovranno rispondere alle caratteristiche previste, nel presente capitolato, per i solai.
Nello stendere l'intonaco sui soffitti si dovrà procedere con le dovute cautele e con tutte le migliori regole d'arte perché la superficie riesca ben piana e liscia.

15 Coperture

15.1 - Copertura non ventilata
L'elemento di isolamento termico, in coperture non ventilate e salvo esigenze particolari, deve essere preferibilmente sempre posato al di sopra del supporto strutturale il più possibile verso l'esterno, per sfruttare l'inerzia termica della struttura e per trovarsi in condizioni favorevoli rispetto ai problemi di condensazione interstiziale del vapor acqueo. Deve essere sempre garantita la microventilazione della superficie inferiore dell'elemento di tenuta (tegole, lastre, etc.) e contemporaneamente è opportuno garantire una ventilazione della superficie esterna dell'isolante termico. Ciò si ottiene con l'uso di elementi distanziatori, generalmente listelli in legno, più alti dello spessore dell'isolante, che permettono il fissaggio della listellatura che sorregge le tegole o le lastre e lasciando uno spazio adeguato tra il listello e la superficie dell'isolante termico.
Nel caso in cui si disponga di uno strato impermeabile sotto l'elemento di tenuta, occorre garantire la microventilazione della superficie inferiore dei prodotti di tenuta e, se possibile, la ventilazione della superficie esterna dell'isolante: ciò può comportare una doppia orditura di listelli distanziatori sopra e sotto il telo impermeabile, con la creazione di una intercapedine ventilata, oppure occorrerà predisporre una barriera al vapore, sotto l'isolante termico, per evitare possibili fenomeni di condensazione dovuti alla presenza del telo impermeabile. È preferibile che l'isolamento termico sia formato da due strati di elementi con giunti sfalsati, o da un solo strato con giunti ad incastro. I prodotti dell'elemento termoisolante devono essere sensibili alle variazioni di temperatura e di umidità che si verificano sotto al manto per evitare deformazioni con la conseguente apertura dei giunti. Se la listellatura viene posata direttamente sul pannello di isolamento termico (con semplice o doppia orditura ortogonale), è necessario che lo stesso sia rigido, permetta la chiodatura e abbia una sufficiente resistenza alla compressione. I sistemi con lastre isolate a sandwich, se non ventilati, devono disporre di una efficace barriera al vapore dal lato caldo.

15.2 - Copertura ventilata
Al di sopra dell'ultimo solaio viene posto l'elemento isolante che dovrà avere una adeguata resistenza termica e potrà essere costituito da doppio strato di pannelli posati con giunti sfalsati o da un monostrato con giunti ad incastro. Sono da evitare i materiali isolanti leggeri sfusi o granulari quando possono essere rimossi dalle correnti d'aria. Se la zona del sottotetto è praticabile l'elemento termoisolante dovrà avere una resistenza a compressione adeguata oppure dovrà essere protetto o completato da uno strato di ripartizione dei carichi.
Si possono realizzare coperture ventilate anche mediante intercapedine a spessore costante lungo la falda. Lo spazio di ventilazione dovrà avere nel punto più basso dell'intercapedine o del sottotetto un'altezza minima di 10 cm. Sono comunque da preferire altezze maggiori (almeno 30-60 cm.). Tutto il volume d'aria dovrà essere ventilato con regolarità, senza zone morte, per mezzo di aperture generalmente poste in corrispondenza della gronda e del colmo. Le uscite dell'aria saranno comunque a livello più elevato di quelle d'entrata. Aperture laterali possono risultare dannose per un efficace tiraggio. La sezione utile delle aperture nel caso di spazi da ventilare di ridotta altezza dovrà essere non minore di 1/500 della superficie della copertura. Per falde di copertura molto estese occorre prevedere 100 cm² di aperture (in ingresso e altrettante in uscita) ogni m³ di volume di sottotetto da ventilare. Nel caso che le falde siano realizzate con strutture in legno discontinue i giunti tra i prodotti costituenti l'elemento di tenuta possono contribuire alla ventilazione del sottotetto stesso (es: coperture in coppi di laterizio, etc.).
Per la realizzazione delle aperture di ventilazione è possibile ricorrere ad appositi elementi speciali quali le tegole con aeratore, ecc., che vengono integrati con i prodotti costituenti l'elemento di tenuta. Tali prodotti devono però essere realizzati in modo da evitare infiltrazioni d'acqua (per pioggia di stravento) e intrusioni di animali. Sono preferibili aperture continue (tipo feritoia) a quelle discontinue (fori distanziati). Le aperture dovranno avere un contatto diretto tra lo spazio ventilato e l'esterno e dovranno essere attrezzate con reti di protezione per evitare l'intrusione di animali (volatili, etc.). Nel caso che la ventilazione sia ottenuta mediante una intercapedine a spessore costante lungo la falda occorrerà verificare che non vi siano in essa strozzature causate da elementi strutturali, impianti, etc. Nel caso l'elemento inferiore (o la struttura inferiore dell'intercapedine) non garantisca la tenuta all'aria verso gli ambienti è possibile predisporre un apposito telo di tenuta. Se questo è disposto al di sopra dell'isolante termico occorre predisporre una barriera al vapore prima dell'isolante, verso il lato caldo. Occorre evitare in

ogni caso la comunicazione tra locale abitato e intercapedine: ciò potrebbe portare a infiltrazioni di vapore d'acqua dovute a depressioni o sovrappressioni del vento.

15.3 - Coperture praticabili (coperture a terrazzo) e non praticabili non ventilate

Il solaio di copertura dell'ultimo piano a terrazzo sarà eseguito in piano, mentre le pendenze da darsi al terrazzo, non inferiori al 3% verso i punti di raccolta delle acque meteoriche (1,5-2% nel caso di coperture praticabili) saranno raggiunte mediante inclinazione del lastrico di copertura da eseguirsi in smalto, gretonato e comunque con materiali aventi le stesse caratteristiche del solaio. Strati di pendenza realizzati con massetti in calcestruzzo alleggerito, di supporto ad una barriera al vapore, si comportano come un ulteriore strato di isolamento e possono dare origine a condensazione. Lo strato di protezione in ghiaia è applicabile su pendenze non superiori al 9%.

L'elemento di supporto deve essere in grado di accogliere gli elementi di isolamento e di tenuta, cioè deve essere piano o con eventuale strato di regolarizzazione, secco, senza tracce di oli, pitture o elementi che possano produrre danni agli strati superiori o limitare l'eventuale adesione richiesta. L'elemento di isolamento termico deve essere preferibilmente sempre posto al di sopra del supporto strutturale. Al di sotto dell'elemento isolante andrà posta una barriera al vapore. I materiali isolanti posti sulle coperture praticabili devono poter sopportare sovraccarichi notevoli. Perciò andrà rivolta particolare cura nel caso di adozione di quadrotti prefabbricati di grandi dimensioni posati su supporti o in presenza di carichi concentrati (fioriere, ecc.). La resistenza minima a compressione dei materiali isolanti dovrà essere superiore a 20 N/cm^3 al 10% di deformazione. È preferibile che l'elemento isolante sia formato da due strati di elementi con giunti sfalsati o da un solo strato ad incastro. La massima attenzione va rivolta agli effetti provocati dai prodotti o tecniche di incollaggio degli elementi di tenuta dell'elemento isolante che può venire deformato o alterato da particolari sostanze chimiche o dalla temperatura sviluppata durante l'incollaggio a caldo o la saldatura delle membrane.

È da evitare il ristagno di umidità tra l'elemento di tenuta e l'elemento isolante e lo strato di barriera al vapore. I materiali isolanti andranno protetti dall'umidità prima e durante le operazioni di posa in opera. L'incollaggio dell'elemento di tenuta sull'elemento isolante va effettuato per punti o per linee continue, quando non sia previsto uno strato di scorrimento. Eventuali ispessimenti dell'elemento di tenuta in corrispondenza di raccordi, camini, bocchettoni di scolo delle acque, ecc., richiedono speciali conformazioni di supporto in modo da evitare il ristagno d'acqua. Nel caso di impiego di elementi di tenuta bituminosi, le sovrapposizioni dei giunti devono avere una larghezza minima di 10 cm. Nel caso di manto pluristrato, gli strati devono essere incollati tra loro su tutta la superficie. L'incollaggio a caldo deve essere realizzato con tempo secco e temperatura esterna non inferiore a 5°C. Gli strati possono essere messi in opera per teli paralleli o a teli incrociati (per membrane anisotrope) avendo cura di sfalsare i giunti di due strati paralleli successivi. Gli strati di tenuta devono essere perfettamente integri, soprattutto in prossimità di raccordi, giunti o cambiamenti di direzione dello strato.

Il raccordo dell'elemento di tenuta e della barriera al vapore con le superfici verticali o in corrispondenza del bordo del tetto deve essere di altezza superiore a quella massima prevedibilmente raggiungibile dall'acqua (e comunque minimo 15 cm a partire dal livello finito della copertura o maggiore nel caso di precipitazioni abbondanti, neve o venti forti).

Lo strato di barriera al vapore deve essere solidale con lo strato di supporto ed essere messo in opera contemporaneamente allo strato isolante e congiunto perimetralmente con l'elemento di tenuta. È raccomandabile l'adozione di sistemi di raccordo dotati di giunti di dilatazione.

La parte di raccordo verticale dell'elemento di tenuta va protetta, soprattutto in corrispondenza dell'attacco al supporto, da elementi che deviino il flusso dell'acqua. Anche per tali strati di protezione è raccomandabile l'inserimento di giunti di dilatazione. Il fissaggio dello strato di tenuta va effettuato con dispositivi distanziati con regolarità.

Il collegamento tra la superficie verticale e quella orizzontale di supporto dell'elemento di tenuta non deve presentare spigoli vivi, ma deve essere accompagnato da spessori inclinati realizzati dall'elemento isolante o da altri dispositivi aventi comunque superficie regolare.

Lo strato di separazione, quando praticabile, non deve essere solidale con lo strato di tenuta per non trasmettergli dilatazioni termiche: vanno quindi previsti degli strati di scorrimento. Prima di uno strato di protezione in ghiaia deve essere previsto uno strato di separazione in tessuto non tessuto. La ghiaia per realizzare lo strato di protezione deve avere granulometria 16-32 mm. e non essere di frantoio. Gli strati di protezione praticabili continui (massetti, pavimenti su massetto) devono essere frazionati in elementi di lunghezza non superiore a 1,5 ml. ed essere staccati dalle superfici verticali (muretti, camini, bordi) da opportuni giunti sul perimetro. La separazione dovrà raggiungere lo strato d'indipendenza ed essere eventualmente sigillata con materiali elastici imputrescibili. Gli strati di protezione praticabile realizzati con massetti o pavimentazioni su massetto dovranno avere uno spessore minimo di 5 cm., eventualmente armato con rete elettrosaldata di ripartizione nel caso di notevoli carichi statici. Gli sfoghi dell'acqua meteorica, così come i canali devono essere distanziati dalle superfici verticali o altre emergenze di almeno un metro, per evitare che l'accumulo di depositi dovuto dal vento li possa ostruire e permettere inoltre un adeguato raccordo dell'elemento di tenuta. I dispositivi di evacuazione delle acque devono essere collegati completamente all'elemento di tenuta mediante materiali estensibili, incollandoli sull'elemento di tenuta solo sulla parte esterna.

In corrispondenza delle soglie di porte e porte finestre su coperture praticabili, l'elemento di tenuta dovrà avere un'altezza tale da impedire l'ingresso dell'acqua nella peggiore delle situazioni prevedibili. Nel caso non sia possibile ricavare soglie (passaggio di carrozzine, ect.) dovrà essere previsto l'arretramento della porta e il collegamento con il piano della copertura mediante una rampa. L'altezza delle soglie dipenderà dallo spessore degli strati posti sulla copertura.

Nel caso di fioriere situate al bordo delle coperture (terrazze, logge) esse devono essere impermeabilizzate in modo durevole, oppure va previsto che l'elemento di tenuta prosegua al di sotto di esse, prevedendone la loro possibile amovibilità.

15.4 - Coperture piane ventilate

Al di sopra del solaio inferiore andrà posto un elemento isolante avente resistenza termica non inferiore a 1,5 m^2 h ° C/Kcal a doppio strato con giunti sfalsati o monostrato con giunti ad incastro. Sono da evitare materiali leggeri sfusi quando possono essere rimossi dalle correnti d'aria. Lo spazio di ventilazione dovrà avere, nel punto più basso dell'intercapedine, un'altezza minima pari a 10 cm. Sono comunque da preferire altezze da 30 a 60 cm. e pendenze di circa il 9% (pendenza massima per la collocazione di uno strato di protezione in ghiaia). Sono preferibili le aperture continue (fessure, feritoie) a quelle discontinue (fori, aperture distanziate). Le aperture dovranno permettere un contatto diretto tra lo spazio ventilato e l'esterno, e dovranno essere attrezzate con reti di protezione antintrusione.

Quando il supporto dell'elemento di tenuta è realizzato con elementi di grande dimensione, in corrispondenza delle giunzioni di detti elementi, l'elemento di tenuta non andrà incollato.

Il supporto dell'elemento di tenuta andrà sempre realizzato con materiali resistenti all'umidità (ad esempio pannelli in fibre di legno mineralizzato o tavelle).

Sopra tale lastrico verrà eseguita una spianata di malta idraulica dello spessore di 2 cm. (camicia di calce) e quindi la spianata di asfalto, che sarà data in due strati successivi dello spessore ciascuno di 8 mm, dati l'uno in senso normale all'altro, e ciò allo scopo di evitare ogni infiltrazione d'acqua. Anche le pareti perimetrali del terrazzo verranno protette, nella parte inferiore, previamente preparate con intonaco grezzo, mediante un'applicazione verticale di asfalto dello spessore di 8 mm. e dell'altezza non inferiore a 20 cm., raccordata opportunamente con gli strati suddetti.

Sulla spianata di asfalto sarà poi applicata direttamente (senza massetto) la pavimentazione.

16 Manti di copertura ed accessori

16.1 - Sottomanto di legno
Sarà costituito da tavole di legno di abete dello spessore di 2,5 cm., piallate dalla parte in vista, unite a filo piano e chiodate alla sottostante orditura di travicelli. Potranno altresì essere previsti dei pannelli in legno che dovranno rispondere alle seguenti norme:

- UNI EN12369-2 Pannelli a base di legno. Valori caratteristici per la progettazione strutturale. Parte 2: Pannelli di legno compensato;
- UNI EN14279 LVL (Laminated Veneer Lumber). Definizioni e specifiche;
- UNI EN14322 Pannelli a base di legno. Pannelli ricoperti di carte melaminiche per uso in ambiente interno. Definizione, requisiti e classificazione;
- UNI EN14323 Pannelli a base di legno. Pannelli ricoperti di carte melaminiche per uso in ambiente interno. Metodi di prova.

16.2 - Sottomanto di pianelle o tavelline
Il sottomanto di pianelle o tavelline si eseguirà collocando sui travicelli o correntini del tetto le pianelle o tavelline una vicina all'altra, bene allineate in modo che le estremità di esse posino sull'asse di detti legnami e le connessioni non siano maggiori di 6 mm. Le dette connessioni saranno stuccate con malta idraulica liquida. I corsi estremi lungo la gronda saranno ritenuti da un listello di abete chiodato alla sottostante armatura del tetto.

16.3 - Manto di copertura di tegole curve o coppi
La copertura di tegole a secco si farà posando sulla superficie da coprire un primo strato di tegole con la convessità rivolta in basso, disposte a filari ben allineati e attigui, sovrapposte per cm. 15 ed assicurate con frammenti di laterizio; su questo tratto se ne collocherà un secondo con la convessità rivolta in alto, similmente accavallate per cm. 15, disposte in modo che coprano la connessura fra le tegole sottostanti. Le teste delle tegole in ambedue gli strati saranno perfettamente allineate con la cordicella, sia nel senso parallelo alla gronda che in qualunque senso diagonale. Il comignolo, i displuvi ed i compluvi saranno formati da tegoloni. I tegoloni del comignolo e dei displuvi saranno diligentemente suggellati con malta, e così pure saranno suggellate tutte le tegole che formano contorno alle falde, o che poggino contro i muri, lucernari, canne da camino e simili. Le tegole che vanno in opera sulle murature verranno posate sul letto di malta. La copertura di tegole su letto di malta verrà eseguita con le stesse norme indicate per la copertura di tegole a secco; il letto di malta avrà lo spessore di 4 - 5 cm.

16.4 - Manto di copertura in tegole alla romana
La copertura in tegole alla romana (o "maritate") composta di tegole piane (embrici) e di tegole curve (coppi) si eseguirà con le stesse norme della precedente, salvo che si poserà sulla superficie da coprire il primo strato di tegole piane debitamente intervallate e sovrapposte, e successivamente il secondo strato di tegole curve che ricopriranno i vuoti fra i vari filari di tegole piane. Anche per questo tipo di copertura a secco dovrà eseguirsi con malta idraulica mezzana la necessaria muratura delle testate e dei colmi, la calce a scarpa, etc.; in corrispondenza delle gronde dovranno impiegarsi embrici speciali a lato parallelo.

16.5 - Manto di coperture di tegole piane
Nella copertura di tegole piane ad incastro (marsigliesi o simili), le tegole, quando devono poggiare su armature di correnti, correntini o listelli, saranno fissate a detti legnami mediante legatura di filo di ferro zincato, di sezione mm. 1 circa, il quale, passando nell'orecchio esistente in riporto nella faccia inferiore di ogni tegola, si avvolgerà ad un chiodo pure zincato, fissato in una delle facce dei correntini o listelli. Quando invece le tegole devono poggiare sopra un assito, sul medesimo, prima della collocazione delle tegole, saranno chiodati parallelamente alla gronda dei listelli della sezione di cm. 4x3 a distanza tale, tra loro, che vi possano poggiare i denti delle tegole di ciascun filare. Per la copertura di tegole piane ad incastro su sottomanto di laterizio, le tegole dovranno posare sopra uno strato di malta spesso da 4 a 5 cm., ed essere suggellata ogni tegola con la malta stessa.
In ogni caso dovranno essere impiegate, nella posa della copertura, mezze tegole rette e diagonali alle estremità delle falde e negli spigoli, in modo da alternare le tegole da un filare all'altro. Sopra i displuvi dovranno essere disposti appositi tegoloni di colmo murati in malta idraulica, inoltre dovrà essere inserito un numero adeguato di cappucci di aerazione.

16.6 - Manto di copertura in lastre di ardesia artificiale
Le coperture in ardesia artificiale (tipo "Eternit" o simili) potranno essere eseguite nei seguenti tipi:

- con lastre ondulate normali (0.97 x 1.22 ml.) spessore di 5,5 a 6 mm.;
- con lastre piane (40 x 40 cm. di lato) spessore di 4 mm.

In ogni caso le lastre di copertura saranno poste in opera su tavolato di legno abete dello spessore di almeno mm. 24 con superiore rivestimento in cartone catramato ovvero sopra orditura di listelli pure di abete della sezione di 3 x 5 e 7 x 7 cm. a seconda dell'interasse e del tipo di copertura, fissandole con chiodi in ferro zincato e ramponi in rame. La loro sovrapposizione dovrà essere, a seconda del tipo di lastra, da circa 5 a 8 cm.; i colmi ed i pezzi speciali terminali di ogni tipo saranno anch'essi fissati con gli appositi accessori.

16.7 - Manto di copertura metallica grecata
Le coperture metalliche grecate (in rame, acciaio inox, acciaio zincato, alluminio, etc.) dovranno essere eseguite utilizzando lamiere e spessore indicato nel computo metrico allegato al contratto, successivamente grecate con profilo opportuno a sostenere i carichi di progetto. Le lamiere grecate di copertura saranno poste in opera su orditura di listelli in legno abete della sezione di 3 x 5 cm. e 7 x 7 cm. a seconda dell'interasse degli appoggi e del tipo di copertura, fissandole con chiodi e borchie di materiale definito, tutte debitamente sigillate e siliconate; dovranno essere altresì assolutamente evitata l'unione delle lamiere mediante saldobrasature. La loro sovrapposizione dovrà essere, a seconda del tipo di lastra, di cm. 8 a 10 e la parte terminale essere opportunamente sagomata; i colmi ed i pezzi speciali terminali di ogni tipo saranno anch'essi fissati con gli appositi accessori. Qualunque sia la soluzione adottata per le strutture portanti, si avrà in ogni caso cura di eliminare la spinta delle falde inclinate sui muri portanti perimetrali. È fatto pure obbligo di assicurare un'opportuna aereazione del sottotetto mediante cuffie o caminetti, o mediante fori di aereazione ricavati lungo i muri perimetrali e tutti questi fori dovranno essere provvisti di rete metallica per impedire l'accesso ad insetti od uccelli. Il coperto dovrà essere calcolato per un sovraccarico accidentale minimo di 150-200 Kg/m², oltre ai carichi fissi. Inoltre dovrà essere protetto, secondo la normativa vigente in materia, dalle scariche elettriche atmosferiche mediante:

- ponti di collegamento, se il manto presenta delle discontinuità, tra la copertura eseguiti mediante corda in rame della sezione di 50 mm² o piattini equivalenti;
- calate in rame della sezione di 35 mm², opportunamente fissate, e collegate alla linea di terra.

16.8 - Manto di copertura metallica a giunti drenanti
Il sistema di copertura metallica a giunti drenati tipo Riverclack®55 o di caratteristiche similari sarà completamente impermeabile in qualsiasi condizione atmosferica, ivi compresa la condizione di completo allagamento del manto stesso, senza l'utilizzo di guarnizioni o sigillanti. La giunzione delle lastre, che dovranno avere lunghezza uguale a quella della falda, consente la realizzazione di specifici giunti drenanti in grado di garantire la tenuta all'acqua del sistema. Il fissaggio delle lastre di copertura avviene tramite apposite staffe in materiale plastico e viti auto-perforanti in acciaio zincato, che consentiranno l'ancoraggio del manto alla struttura portante sottostante senza alcuna perforazione delle lastre di copertura. Il fissaggio delle lastre metalliche sulle staffe di ancoraggio avviene con semplice incastro elastico, senza dover utilizzare elementi

aggiuntivi e senza lavorazioni supplementari; le due lastre contigue sono tra loro accoppiate in aderenza elastica senza cappellotti.
L'utilizzo di tale sistema di fissaggio permette altresì il libero movimento delle lastre per effetto delle dilatazioni e contrazioni termiche.
Le principali caratteristiche geometriche del manto dovranno avere, oltre alla predisposizione per l'alloggiamento di canali e converse:

- altezza della nervatura 46 mm.;
- larghezza della lastra 550 mm.;
- interasse degli appoggi 120 cm.

Pendenza minima della copertura : 0,4% per falde fino a 30 ml.
: 0,6% per falde oltre 30 ml.
- pedonabilità garantita : secondo lo standard UNI EN 14782 per interasse pari a 1,20 ml.
- impermeabilità con inclinazione pari a 0° garantita e certificata:
  - in condizioni di completo allagamento secondo lo standard ASTM E 2140;
  - simulando l'azione combinata di vento e pioggia secondo lo standard ASTM E 1646;
- permeabilità all'aria, in caso di forte azione del vento:
  - 718 Pa = 0.479 l/sm² determinata secondo lo standard ASTM E 1680;
- resistenza massima ai carichi negativi (estrazione del vento):
  - 6,47 kN/m² garantita e certificata secondo lo standard ASTM E 1592 con passo arcarecci 1,20 ml.

Caratteristiche meccaniche			
Materiale	**Carico Snervamento**	**Carico Rottura**	**Durezza "brinnel"**
Alluminio lega 5754 H 18/28 naturale liscio Spessore nominale: 0,7 - 0,8 mm	≥ 255 N/mm²	≥ 300 N/mm²	87
Alluminio lega 5754 H 14/24 naturale liscio Spessore nominale: 1 mm	≥ 225 N/mm²	≥ 265 N/mm²	74
Alluminio lega 5754 preverniciato Spessore nominale: 0,7 - 0,8 - 1 mm	≥ 223 N/mm²	≥ 262 N/mm²	73

Si dovrà, inoltre, prevedere la protezione dell'edificio dalle scariche atmosferiche secondo le modalità precedentemente descritte.

16.9 - Manto di copertura di impermeabilizzazione con manti sintetici
Per impermeabilizzare terrazze, coperture, fondazioni, etc., dovranno essere impiegate le tecnologie previste nel preventivo di spesa; in generale potranno essere prescritte le seguenti soluzioni:

- strato di asfalto - La pasta di asfalto per stratificazioni impermeabilizzanti risulterà dalla fusione di:
- 60 parti in peso di asfalto naturale in pani;
- 4 parti in peso di bitume naturale raffinato;
- 36 parti in peso di sabbia vagliata, lavata e ben secca.

Nella fusione i componenti saranno ben mescolati perché l'asfalto non carbonizzi e l'impasto diventi omogeneo. La pasta di asfalto sarà distesa a strati e a strisce parallele, dello spessore prescritto con l'ausilio delle opportune guide di ferro, compressa e spianata con la spatola e sopra di essa, mentre è ancora ben calda, si spargerà della sabbia silicea di granulometria fina uniforme la quale verrà battuta per ben incorporarla nello strato asfaltico.

a) manti in bitume

Verrà applicata una membrana Bitume-Polimero armata con "non tessuto" di poliestere da filo continuo, del peso prescritto, stesa su "primer" bituminoso di fissaggio; se previsto si dovrà porre uno strato di scorrimento di protezione costituito da tessuto non tessuto (TNT) di poliestere o di polipropilene di filo continuo.

b) manti compositi

Tali impermeabilizzazioni verranno eseguite mediante l'applicazione di un foglio (strato di compensazione) in TNT di poliestere o polipropilene, con minima sovrapposizione dei teli di 15 cm., di fogli in polietilene a bassa densità (barriera al vapore), dello strato di isolamento termico del tipo e spessore indicato dalla Direzione dei Lavori, da un manto sintetico a finire ottenuto per spalmatura di emulsioni a base di P.V.C. e plastificanti a bassa volatilità, rinforzato con velo di vetro, resistente ai raggi ultravioletti ed agli agenti atmosferici a norma SIA 280/9. Tutti i manti prefabbricati, dello spessore o grammatura indicati nell'elenco prezzi, dovranno essere posti in opera secondo le modalità prescritte dalle ditte produttrici, su piani preparati con le necessarie pendenze, con giunti opportunamente sfalsati, incollati con speciale collante o saldati secondo sempre le indicazioni delle ditte produttrici; nel prezzo unitario si intendono compresi i bocchettoni e pezzi speciali per il raccordo con i tubi pluviali, i fissaggi alla struttura, i risvolti sulle pareti verticali per almeno 15 cm. fissati in modo opportuno e protetta da un profilo in lamiera rivestita in P.V.C., sigillata con siliconi.
Le impermeabilizzazioni, di qualsiasi genere, dovranno essere eseguite con la maggiore accuratezza possibile, specie in vicinanza di fori, passaggi, cappe, etc.; le eventuali perdite che si manifestassero in esse, anche a distanza di tempo, dovranno essere riparate ed eliminate dall'Impresa, a sua cura e spese, compresa ogni opera di ripristino.
Allo scopo la Ditta dovrà costituire idonea polizza fidejussoria a garanzia del lavoro eseguito e con validità temporale fissata come minimo per dieci anni.

16.10 - Manto di copertura in lastre di lamiera di rame, di alluminio, di acciaio inossidabile, etc.
Il piano di posa è in genere una superficie piana, soletta, tavolato continuo, etc., con eventuale interposizione di uno strato di separazione (cartonfeltro bituminato, etc.). I giunti laterali sono ad aggraffatura (su squadrette di ancoraggio) o a tassello con coprigiunti, in taluni casi a saldatura. Gli eventuali giunti orizzontali sono a sovrapposizione ed aggraffatura, ad aggraffatura, a sovrapposizione e saldatura.

16.11 - Manto di copertura in lastre metalliche nervate di grandi dimensioni (grecate, ondulate, etc.)
Tali lastre possono essere fornite con lunghezza uguale a quella di falda (sino a 10-14 cm.) e permettono pendenze molto ridotte (7 - 8%) o inferiori se la falda risulta di lunghezza minore. Le sovrapposizioni sono in questo caso solo laterali e occorrerà effettuare la posa in senso opposto alla direzione dei venti dominanti. È possibile utilizzare guarnizioni per migliorare la tenuta dell'acqua.
Tutte le lastre sono fissate tramite appositi ancoraggi (viti, etc.) generalmente posti in corrispondenza della sommità delle nervature, muniti di cappellotti e guarnizioni. L'elemento di supporto è costituito da arcarecci metallici o in legno.
Gli aggetti massimi delle lastre dai supporti sono di circa 30 cm. e i minimi di circa 10 cm. (per permettere una zona sufficiente per l'ancoraggio). Per evitare la possibilità di condensazioni, poiché le lastre non permettono la diffusione del vapore, occorre predisporre una ventilazione sotto le lastre, ciò risulta valido anche per ridurre il calore estivo.

16.12 - Manto di copertura in pannelli metallici coibentati a sandwich
Si tratta di pannelli coibentati formati da due lastre metalliche e interposto strato isolante costituite da schiume rigide sintetiche ottenute

mediante iniezione o colata tra le due lastre. Gli elementi sono autoportanti e richiedono appoggi piuttosto distanziati.

16.13 - Canne fumarie e fumaioli

I fumaioli sono la parte terminale delle canne di scarico delle esalazioni o dei fumi prodotti internamente all'edificio. Prima della demolizione di tali manufatti sarà cura dell'Appaltatore verificare il cessato funzionamento dell'utilizzatore di cui sono scarico, ed alla chiusura della bocca interna di collegamento alla canna fumaria medesima.

L'Appaltatore dovrà provvedere a puntellamenti, sbadacchiature ed altri accorgimenti come ponteggi, castelli, etc. per la demolizione dei fumaioli e delle canne fumarie.

La demolizione dei fumaioli sarà effettuata dall'Appaltatore, prima della demolizione delle falde di copertura, curando che lo scivolamento delle macerie sulla falda della copertura non sia ostacolato o trattenuto da compluvi di falde o da altri manufatti, e con preoccupazione di stabilire il raggio di azione della caduta delle macerie medesime a quota del piano di campagna o su aggetti e sporti sottostanti. Sono a carico dell'Appaltatore tutte le opere provvisionali che la stessa dovrà predisporre per fermare o deviare la caduta o lo scivolamento delle macerie.

Per canne fumarie si intendono i canali verticali o inclinati interni o esterni allo spessore della muratura atti a convogliare fumi o esalazioni oltre la quota di copertura. L'Appaltatore prima di dare luogo alla demolizione di canne fumarie o di parti di muratura ove è probabile o nota la presenza di canne fumarie deve accertarsi che tali manufatti non siano realizzati in amianto cemento. Qualora sussista tale probabilità in modo incerto saranno, a cura dell'Appaltatore, prelevati ed esaminati a spese dell'Appaltatore stesso, campioni del materiale costituente. L'evidenza di un materiale contenente amianto compatto o friabile nella realizzazione o nella fasciatura delle canne fumarie deve prevedere notifica all'ente di controllo e avvio della procedura di sicurezza per la protezione dei lavoratori coinvolti.

La demolizione di murature contenenti canne fumarie può dare luogo allo scivolamento di macerie lungo il canale stesso oltre la quota più bassa di demolizione. Allo scopo di prevenire l'accadimento l'Appaltatore provvederà a chiudere le canne oggetto di demolizione alla quota più bassa prima dell'avvio della demolizione.

16.14 - Teste dei camini e della canne di aereazione

Le teste dei camini e delle eventuali canne di aereazione dovranno essere in genere costruite in muratura di laterizi della migliore qualità con malta di cemento, e si innalzeranno sopra il tetto di forma di torrette a base rettangolare con pareti dello spessore minimo di 13 cm. La loro altezza sarà determinata dalla Direzione dei Lavori a seconda della posizione. Il finimento sarà costituito da una copertina in calcestruzzo, grossa 10 cm. e sporgente almeno 10 cm., appoggiata ed assicurata con malta di cemento ai mattoni cantonali in modo che ai quattro lati si vengano a formare i vani per l'uscita del fumo. La faccia superiore della copertina sarà a piani leggermente inclinati verso l'esterno. Le torrette potranno anche essere poste in opera con malta di cemento con una leggera armatura in tondini ø 6 mm. poste nei fori d'angolo e successivamente riempite con malta di cemento. La base del camino sarà circondata da un collare di lamiera zincata largo almeno 40 cm., che dovrà fasciarne anche le pareti per un'altezza di 10 cm. Immediatamente sopra verrà formato un parapioggia, sporgente 7 cm. formato da mattoni ricorrenti a scaglioni e assecondanti l'inclinazione del coperto. Le teste dei camini dovranno, quando ciò possibile, essere raggruppate ed unite fra di loro, formando così un unico blocco. Per le piccole canne di aereazione potranno essere prescritti i pezzi speciali con cuffia.

16.15 - Lucernari

I lucernari sono discontinuità dei solai di copertura da realizzare con infisso esterno piano o inclinato, per consentire l'illuminazione naturale e/o l'areazione degli ambienti. Possono essere:

- di tipo piano, verticale o a shed;
- di tipo continuo o puntiforme.

Il sistema costruttivo deve garantire le stesse prestazioni degli infissi verticali:

- tenuta dell'acqua piovana;
- resistenza al vento;
- resistenza al fuoco;
- permeabilità all'aria.

Deve essere consentito il rapido smaltimento delle acque piovane ed evitato il gocciolamento o la formazione di condensa sulla superficie vetrata interna negli ambienti riscaldati.

a) Lucernari continui

Lucernari termoformati, in polimetilmetacrilato (PMMA) o policarbonato compatto, componibili mediante sovrapposizione degli elementi di testata con intermedi e settori di compensazione fino al raggiungimento delle lunghezze richieste. Proteggono i fissaggi mediante bicchierini a tenuta in acrilico antiurto trasparenti, ispezionabili, resistenti alla aggressione dei raggi uv. I materiali utilizzati dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- assenza di viraggi molecolari;
- indifferenza alle radiazioni ultraviolette;
- massima trasmittanza luminosa (neutro);
- massima diffondenza luminosa (opalino).

L'eventuale inserimento di sistema di apertura per elementi singoli o multipli o per l'intero lucernario potrà essere:

- meccanismo elettrico;
- manuale;
- a passo d'uomo;
- evacuazione di fumo e calore.

b) Lucernari a piramide

I lucernari a piramide sono realizzati a parete semplice (monoparete) o a doppia parete, mediante interposizione di guarnizione compatibile e inalterabile posta tra le due lastre di stessa morfologia.

c) Lucernari continui a sesto ribassato

I lucernari continui a sesto ribassato sono realizzati a parete semplice (monoparete) o a doppia parete, mediante interposizione di guarnizione compatibile e inalterabile posta tra le due lastre di stessa morfologia.

d) Lucernari continui a vela

I lucernari continui a vela sono realizzati a parete semplice (monoparete) o a doppia parete, mediante interposizione di guarnizione compatibile e inalterabile posta tra le due lastre di stessa morfologia.

e) Lucernari a cupola

Sono lucernari monolitici termoformati, in polimetilmetacrilato (PMMA) o policarbonato compatto, con morfologia a cupola, a base circolare-ampiezza della curva standard o secondo specifiche richieste.

17 Lattonerie

Dovranno essere rispettati i disegni di progetto, nonchè quelli esecutivi forniti dall'Appaltatore, ed approvati dalla Direzione Lavori. Le lamiere

dovranno essere rigidamente assicurate alle strutture di sostegno. Dette strutture dovranno essere precedentemente esaminate dal punto di vista dell'allineamento. Il lavoro non procederà sino a che gli errori di allineamento, eventuali, non saranno stati corretti. Il lavoro sarà completato in ogni dettaglio, giuntato accuratamente ed ancorato adeguatamente. I manufatti saranno montati a piombo, a livello, in squadra e nei dovuti allineamenti e relazioni con le altre opere. I materiali non compatibili tra loro saranno separati con vernice bituminosa, per mezzo di guaina in PVC o nastro adesivo in PVC. Chiodi, rivetti, viti, bulloni, graffe, rondelle, inserti ad espansione, alloggiamenti per fissaggio, scossaline ed altri apparecchi di fissaggio, saranno del tipo e dimensioni più indicate per il loro impiego. Le opere da lattoniere in aderenza ai manti impermeabili, saranno installate al momento della posa del manto stesso in modo che siano consentite le opportune opere di incorporazione e sovrapposizione, senza che ciò possa danneggiare i manti. Le scossaline saranno installate dovunque sia necessario assicurare la tenuta dell'acqua, anche se non espressamente indicato in ogni dettaglio del progetto. Le scossaline saranno installate in corrispondenza delle pareti, risalti e dovunque la membrana della copertura termini contro una superficie verticale. Lo spigolo inferiore della scossalina sarà piegato in modo da aderire strettamente contro la membrana della copertura, senza lederla.
Dopo che è stata completata l'installazione, le lamiere saranno ripulite da bitume, sporcizia, macchie e vernici. Le opere danneggiate saranno riparate seguendo le direttive insindacabili della Direzione dei Lavori.

17.1 Fissaggio delle lattonerie
Ribattini e rivetti, se in rame, verranno stagnati; i rivetti in alluminio se impiegati, saranno del tipo chiuso. Bullonerie, viti o morsetterie dovranno essere in acciaio trattato galvanicamente (o inossidabile). Oltre alle viti autofilettanti tropicalizzate per il fissaggio dei coprigiunti, potranno essere presi in considerazione tipi speciali di fissaggio ed applicati se approvati dalla Direzione dei Lavori.
I fissaggi, dovranno essere eseguiti a regola d'arte e senza recare danni (anche estetici) alle strutture di supporto. I tasselli ad espansione saranno metallici. Per il fissaggio saranno impiegate viti in acciaio inossidabile.
Sarà tassativamente escluso l'impiego di chiodi sparati per il fissaggio dei manufatti. Il fissaggio delle scossaline, poste a copertura della testa di pannelli prefabbricati o muri, avverrà preferibilmente a mezzo di cicogne fissate con tasselli ad espansione, sulle quali la scossalina sarà applicata a scatto. Quest'ultima sarà, comunque, fissata con tassello, a metà della sua lunghezza.

17.2 Guarnizioni
Dovranno essere di materiale tale da mantenere nel tempo le caratteristiche iniziali di elasticità e dovranno essere applicate in modo da evitare infiltrazioni di acqua, aria, polvere ed odori, attraverso i giunti. Il tipo di guarnizione dovrà comunque essere approvato dalla Direzione dei Lavori.

17.3 Giunzioni
Per lamiere zincate: dovranno essere chiodate con ribattini di rame e saldate a stagno a perfetta tenuta, con sovrapposizione di almeno 8 cm., volgenti verso lo scarico nel caso dei canali di gronda. Per i pluviali, le giunzioni a libera dilatazione avranno sovrapposizione di almeno 5 cm. Per faldali e converse, le giunzioni saranno con sovrapposizione di almeno 4 cm rivettate e saldate a stagno.
Per lamiere zincate preverniciate: dovranno essere realizzate a mezzo di bande coprigiunto di opportuna dimensione (seguenti il profilo della lamiera sottostante). La tenuta dell'acqua sarà garantita da due nastri plastici tipo Kemistrip (o similare di equivalente qualità) posti ai due lati della giunzione. Il distacco tra le lamiere giuntate dovrà essere di non oltre 1 cm. per pezzi di 4,00 ml. minimo di lunghezza ed il fissaggio della banda di coprigiunto sarà effettuata su una sola delle lamiere, a mezzo di viti autofilettanti tropicalizzate e sigillate.
Scossaline e copertine in alluminio: dovrà essere predisposta fascia coprigiunto sagomata ogni 4 metri minimo oppure dovrà essere predisposta apposita fascia sottogiunto sagomata con sigillatura esterna con siliconi non acetici. Il fissaggio della fascia sarà effettuato su una sola delle lamiere, a mezzo di viti in acciaio inossidabile e sigillate. Per lamiere in acciaio inossidabile: dovranno essere chiodate con rivetti in acciaio inox e sigillate con brasatura a stagno. In alternativa saranno sigillate con siliconi.
Per scossaline e copertine in acciaio inossidabile: dovrà essere predisposta fascia coprigiunto sagomata ogni 6 metri minimo. Il fissaggio della banda di coprigiunto sarà effettuata su una sola delle lamiere, a mezzo di viti autofilettanti in acciaio inossidabile e sigillate. Per scossaline e copertine in acciaio inossidabile: dovrà essere predisposta fascia sottogiunto sagomata ogni 6 metri minimo sagomata con sigillature esterna con siliconi oppure dovrà essere predisposta apposita fascia coprigiunto ogni 6 metri minimo con aggraffatura. Per lastre in rame: dovranno essere chiodate con rivetti e stagnate sulle giunzioni.
Per scossaline e copertine in rame: dovrà essere predisposta apposita fascia coprigiunto ogni 6 metri minimo con aggraffatura. In genere: le giunzioni devono comunque essere ridotte al minimo indispensabile. Per tratti molto lunghi devono essere predisposti opportuni giunti che assicurino, oltre alla tenuta, la possibilità di libera dilatazione.

17.4 Accessori (collarini, cicogne, copribocchettoni) e varie
Collarini, cicogne, copribocchettoni ed altri accessori di montaggio devono essere in acciaio zincato o acciaio inox, dimensionati e lavorati secondo le prescrizioni, e comunque in maniera tale da assicurare la massima garanzia per l'impiego cui sono destinati. All'imbocco dei pluviali devono essere posti in opera copribocchettoni a ragno, in vergella saldata e zincata atti ad impedire l'ingresso di corpi estranei, salvo diversa indicazione. Canali, gronde, scossaline ecc. devono essere perfettamente allineati. I giunti devono essere eseguiti simmetricamente. Braccioli, collarini, cicogne ed altri sostegni a vista devono essere distribuiti simmetricamente.
Canali di gronda: i canali di gronda devono essere collocati in opera con le pendenze necessarie al perfetto scolo delle acque. Devono essere forniti in opera con le occorrenti unioni e risvolti per seguire le linee di gronda; devono inoltre essere completi dei pezzi speciali da imboccatura sbocco, riparo, etc. Il numero delle cicogne deve essere tale da assicurare il perfetto e completo sostegno dei canali.
Converse, compluvi, scossaline, colmi, etc.: devono essere realizzati con dimensioni e sagomature tali da assicurare la completa idoneità allo scopo cui sono destinati. Il fissaggio alle strutture deve essere eseguito nei modi e con gli accessori più atti a garantirne l'inamovibilità.
Bocchettoni in piombo: all'imbocco dei pluviali con terrazzi o con canali di gronda in muratura devono essere posti in opera bocchettoni in piombo, posti in opera prima dell'esecuzione del manto impermeabilizzante.
Prima della posa in opera i bocchettoni devono essere convenientemente protetti dal contatto con conglomerati e malte, con l'applicazione di vernice bituminosa data in misura non inferiore a 1,5 kg per m².

18 Opere di impermeabilizzazione

Si definiscono opere di impermeabilizzazione quelle che servono a limitare (o ridurre entro valori prefissati) il passaggio di acqua (sotto forma liquida o vapore) attraverso una parte dell'edificio (pareti, fondazioni, pavimenti contro terra, etc.) o comunque lo scambio igrometrico tra ambienti. Le opere di impermeabilizzazione si dividono in:

- impermeabilizzazioni costituite da strati continui (o discontinui) di prodotti;
- impermeabilizzazioni realizzate mediante la formazione di intercapedini ventilate.

Per la realizzazione delle diverse categorie si utilizzeranno i materiali e le modalità indicate negli altri documenti progettuali. Ove non siano specificate in dettaglio nel progetto o a suo completamento si rispetteranno le prescrizioni seguenti:

- per le impermeabilizzazioni di coperture, si veda il relativo articolo di questo capitolato.
- per le impermeabilizzazioni di pavimentazioni, si veda l'articolo sui prodotti per pavimentazione.

Il Direttore dei Lavori, per la realizzazione delle opere di impermeabilizzazione, verificherà via via che i materiali impiegati e le tecniche di posa siano effettivamente quelli prescritti e inoltre, almeno per gli strati più significativi, verificherà che il risultato finale sia coerente con le prescrizioni di progetto e comunque con la funzione attribuita all'elemento o strato considerato. In particolare, verificherà i collegamenti tra gli strati, la realizzazione di giunti/sovrapposizioni dei singoli prodotti costituenti uno strato, l'esecuzione accurata dei bordi e dei punti particolari ove sono richieste lavorazioni in sito. Per quanto applicabili, verificherà con semplici metodi da cantiere le resistenze meccaniche (punzonamenti, resistenza a flessione, etc.) l'impermeabilità dello strato di tenuta all'acqua, la continuità (o discontinuità) degli strati, ecc.
A conclusione dell'opera, eseguirà prove (anche solo localizzate) per verificare le resistenze ad azioni meccaniche localizzate, l'interconnessione e compatibilità con altre parti dell'edificio e con eventuali opere di completamento.

18.1 – Impermeabilizzazione di opere interrate
Per l'impermeabilizzazione di opere interrate valgono le prescrizioni di seguito indicate. Per le soluzioni che adottino membrane in foglio o rotolo si sceglieranno i prodotti che per resistenza meccanica a trazione, agli urti e alla lacerazione, meglio si prestano a sopportare l'azione del materiale di rinterro (che comunque dovrà essere ricollocato con le dovute cautele). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ridurre entro limiti accettabili le azioni di insetti, muffe, radici e sostanze chimiche presenti del terreno. Inoltre durante la realizzazione, si curerà che i risvolti, i punti di passaggio di tubazioni, ecc. siano accuratamente eseguiti, onde evitare sollecitazioni localizzate o provocare distacchi e punti di infiltrazione.
Per le soluzioni che adottano prodotti rigidi in lastre, fogli sagomati e similari (con la formazione di interspazi per la circolazione di aria) si opererà come indicato sopra a proposito della resistenza meccanica. Per le soluzioni ai bordi e nei punti di attraversamento di tubi, ecc., si eseguirà con cura la soluzione adottata in modo da non costituire punti di infiltrazione e di debole resistenza meccanica.
Per le soluzioni che adottano intercapedini di aria si curerà la realizzazione della parete più esterna (a contatto con il terreno), in modo da avere continuità e adeguata resistenza meccanica. Al fondo dell'intercapedine si formeranno opportuni drenaggi dell'acqua che limitino il fenomeno di risalita capillare nella parete protetta.
Per le soluzioni che adottano prodotti applicati fluidi o in pasta, si sceglieranno prodotti che possiedano caratteristiche di impermeabilità e anche di resistenza meccanica (urti, abrasioni, lacerazioni). Le resistenze predette potranno essere raggiunte mediante strati complementari e/o di protezione ed essere completate da soluzioni adeguate per ottenere valori accettabili di resistenza ad agenti biologici quali radici, insetti, muffe, ecc., nonché di resistenza alle possibili sostanze chimiche presenti nel terreno. Durante l'esecuzione, si curerà la corretta esecuzione di risvolti e dei bordi, nonché dei punti particolari quali passaggi di tubazioni, ecc. in modo da evitare possibili zone di infiltrazione e/o distacco.
La preparazione del fondo, l'eventuale preparazione del prodotto (miscelazioni, ecc.), le modalità di applicazione - ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura ed umidità) e quelle di sicurezza - saranno quelle indicate dal produttore nella sua documentazione.

18.2 – Impermeabilizzazione di elementi verticali
Per le impermeabilizzazioni di elementi verticali (con risalita d'acqua) si eseguiranno strati impermeabili (o drenanti) che impediscano o riducano al minimo il passaggio di acqua per capillarità, etc. Gli strati dovranno essere realizzati con fogli, prodotti spalmati, malte speciali, ecc. curandone la continuità e la collocazione corretta nell'elemento. L'utilizzo di estrattori di umidità per murature, malte speciali e altri prodotti similari sarà ammesso solo con prodotti di provata efficacia e osservando scrupolosamente le indicazioni del progetto e del produttore per la loro realizzazione.

19 Scale e pianerottoli

19.1 – Norme generali
Secondo quanto previsto dal D.M. 14 giugno 1989, n. 236, "Regolamento di attuazione dell'art. 1 della legge 9 gennaio 1989, n. 13 - Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata", le scale devono presentare un andamento regolare ed omogeneo per tutto il loro sviluppo. Ove questo non risulti possibile è necessario mediare ogni variazione del loro andamento per mezzo di ripiani di adeguate dimensioni. Per ogni rampa di scale i gradini devono avere la stessa alzata e pedata. Le rampe devono contenere possibilmente lo stesso numero di gradini, caratterizzati da un corretto rapporto tra alzata e pedata. Le porte con apertura verso la scala devono avere uno spazio antistante di adeguata profondità. I gradini delle scale devono avere una pedata antisdrucciolevole a pianta preferibilmente rettangolare e con un profilo preferibilmente continuo a spigoli arrotondati. Le scale devono essere dotate di parapetto atto a costituire difesa verso il vuoto e di corrimano. I corrimano devono essere di facile prendibilità e realizzati con materiale resistente e non tagliente.
La larghezza delle rampe e dei pianerottoli deve permettere il passaggio contemporaneo di due persone ed il passaggio orizzontale di una barella con una inclinazione massima del 15% per cento lungo l'asse longitudinale. Le scale comuni e quelle degli edifici aperti al pubblico devono avere i seguenti ulteriori requisiti:

- la lunghezza delle rampe deve essere contenuta; in caso contrario si deve interporre un ripiano in grado di arrestare la caduta di un corpo umano;
- il corrimano deve essere installato su entrambi i lati;
- in caso di utenza prevalente di bambini si deve prevedere un secondo corrimano ad altezza proporzionata;
- è preferibile una illuminazione naturale laterale; si deve dotare la scala di una illuminazione artificiale, anche essa laterale, con comando individuabile al buio e disposto su ogni pianerottolo;
- le rampe di scale devono essere facilmente percepibili, anche per i non vedenti.

Le rampe di scale che costituiscono parte comune o siano di uso pubblico devono avere una larghezza minima di 1,20 ml., avere una pendenza limitata e costante per l'intero sviluppo della scala. I gradini devono essere caratterizzati da un corretto rapporto tra alzata e pedata (pedata minimo 30 cm.): la somma tra il doppio dell'alzata e la pedata deve essere compresa tra 62-64 cm. Il profilo del gradino deve presentare preferibilmente un disegno continuo a spigoli arrotondati, con sottogrado inclinato rispetto al grado, e formante con esso un angolo di circa 75° - 80°. In caso di disegno discontinuo, l'aggetto del grado rispetto al sottogrado deve essere compreso fra un minimo di 2 cm. e un massimo di 2,5 cm. Un segnale al pavimento (fascia di materiale diverso o comunque percepibile anche da parte dei non vedenti), situato almeno a 30 cm dal primo e dall'ultimo scalino, deve indicare l'inizio e la fine della rampa. Il parapetto che costituisce la difesa verso il vuoto deve avere un'altezza minima di 1,00 ml. ed essere inattraversabile da una sfera di diametro ø 10 cm. In corrispondenza delle interruzioni del corrimano, questo deve essere prolungato di 30 cm. oltre il primo e l'ultimo gradino. Il corrimano deve essere posto ad una altezza compresa tra 0,90-1 ml. Nel caso in cui è opportuno prevedere un secondo corrimano, questo deve essere posto ad una altezza di 0,75 ml.
Il corrimano su parapetto o parete piena deve essere distante da essi almeno 4 cm. Le rampe di scale che non costituiscono parte comune e non sono di uso pubblico devono avere una larghezza minima di 0,80 m.
In tal caso devono comunque essere rispettati il già citato rapporto tra alzata e pedata (in questo caso minimo 25 cm.), e l'altezza minima del parapetto.

19.2 - Scale in cemento armato
La loro realizzazione richiede l'impiego delle casseforme entro le quali viene colato il calcestruzzo. Le scale in cemento armato possono

distinguersi in:

a) Scale a sbalzo

In esse la rampa risulta costituita dall'insieme dei gradini uscenti a sbalzo dalla struttura portante (muratura della gabbia, colonna centrale, ovvero da una trave a ginocchio in c.a. che poi viene mascherata dai muri di tamponamento). L'ossatura dei gradini che costituiscono la rampa vanno realizzati contemporaneamente alla struttura portante, generalmente in calcestruzzo armato, costituendo quindi un unico corpo monolitico. Se la muratura portante può essere composta anche con mattoni o blocchi in laterizio, l'esecuzione della muratura viene interrotta temporaneamente, a livello del piano d'intradosso della rampa, per consentire l'appoggio dei gradini e dei pianerottoli. All'incastro della scala si perverrà dopo il getto del calcestruzzo, entro l'apposita cassaforma, a muratura ultimata.

In entrambi i casi, al fine di costituire un collegamento fra tutte le mensole, si provvederà a dotare la rampa di un proprio spessore statico non inferiore a 6 cm., chiamato anima della rampa, nel quale vengono disposti i ferri ripartitori.

b) Scale a soletta continua

La rampa è formata da una soletta continua in c.a. (a ginocchio o curvilinea), sulla quale sono appoggiati i gradini; questi ultimi si possono realizzare contemporaneamente alla soletta oppure in un secondo tempo con laterizi forati o conglomerato cementizio leggero. Lo spessore della soletta sarà fornito dai relativi calcoli statici; comunque è consigliabile che esso non sia inferiore di 10 cm.

19.3 - Scale prefabbricate

Sia la prefabbricazione totale che quella parziale devono sottostare alle seguenti condizioni essenziali:

- la scala deve essere formata dal minor numero di componenti possibile;
- i vari componenti devono poter essere montati, nei limiti del possibile, senza necessità di casseri o di ulteriore manodopera per finitura in cantiere;
- deve poter essere posta in opera in tempo utile per assicurare la circolazione verticale del personale addetto al cantiere e dei materiali;
- deve essere resistente all'usura di cantiere in modo da poter essere consegnata in condizioni perfette.

Una scala prefabbricata esclusivamente ad uso privato può essere progettata con un'alzata di 20 cm. ed una pedata di 25 cm. e consente di salire a 3 ml. con 15 passi. Considerando la formula ergonomica:

$$2a + p = 63 \div 65$$

una scala prefabbricata può arrivare al parametro 65 con un ingombro minore rispetto ad una rampa rettilinea: quest'ultima infatti occuperà circa 4.60 m² di superficie contro i circa 3.10 m² della scala prefabbricata.

a) Scale prefabbricate in metallo

Le scale prefabbricate in metallo sono integralmente prefabbricate in officina e vengono montate in cantiere con elementi gradino o a rampe intere. Il rivestimento definitivo dei gradini viene montato solo all'ultimo momento poiché, per il cantiere, viene utilizzato il piano in lamiera dei gradini. Nei tipi più avanzati si arriva all'eliminazione totale delle saldature in sito, il che permette di avere già predisposta fin dall'officina la verniciatura o la finitura definitiva delle parti metalliche, mentre la protezione in cantiere può venir affidata a pellicole asportabili al momento della consegna.

Con questi materiali si possono costruire scale di sicurezza antincendio di ogni tipologia e misura, garantendo quindi la ricercata flessibilità progettuale.

b) Scale prefabbricate in calcestruzzo

Le scale prefabbricate in calcestruzzo possono venir prefabbricate in officina o in cantiere ed a loro volta possono essere distinte in due tipi fondamentali:

- ad elementi di prefabbricazione pesante, che comporta al massimo quattro pezzi da montare per ogni piano e cioè due rampe, un pianerottolo intermedio ed il pianerottolo d'arrivo. Con questo sistema sorgono solo problemi di montaggio date le dimensioni ed il peso dei singoli elementi, ed inoltre vi è una certa rigidità dimensionale, rigidità che aumenta con il diminuire del numero dei componenti;
- a gradini e guide di sostegno indipendenti, che offre alcuni vantaggi: montare in cantiere solo le guide a cremagliera con dei gradini provvisori in legno, rimandando la posa dei gradini definitivi (completamente rifiniti) solo al momento della consegna. Un altro vantaggio consiste nella possibilità di avere dei sostegni in calcestruzzo a faccia vista perfetti solo se le casseforme sono curate, mentre i gradini possono essere realizzati in materiali differenti come marmo, metallo, legno, materie plastiche, calcestruzzo, etc. e possono essere presi singolarmente o variamente combinati tra loro. Anche il montaggio è semplificato per quanto riguarda le dimensioni ed il peso dei componenti, mentre le misure possono, entro certi limiti ed a seconda del sistema adottato, avere una buona elasticità.

Si può anche attuare solo una prefabbricazione parziale, sia in officina che in cantiere, usando solo i gradini prefabbricati costituiti da svariati materiali e messi in opera durante la costruzione sia se il gradino è un pezzo monolitico completo di finitura, sia se il gradino è composto da un supporto e da un rivestimento. Questo sistema è più oneroso per la maggior incidenza di manodopera e di opere secondarie che comporta, ma è più elastico dimensionalmente, ed inoltre può essere conveniente dal punto di vista economico nel caso di costruzioni di mole modesta.

19.4 - Scale prefabbricate modulari (scale a giorno)

Particolarmente indicate nelle ristrutturazioni, le scale modulari offrono anche vantaggi nel campo delle nuove costruzioni per la loro velocità (l'intero ciclo delle operazioni di montaggio si svolge in sei-otto ore) e semplicità di posa; il sistema modulare consente di montare scale senza interventi sulla struttura. La colonna vertebrale sarà costituita da una serie di elementi in acciaio stampato che, uniti tra loro, determinano la struttura di supporto dei gradini. Gli elementi consentono una libera regolazione in orizzontale e in verticale, che permette una realizzazione di scale con qualsiasi forma: a chiocciola, rettilinea, ellittica, a esse. In genere si realizzano due elementi per consentire il fissaggio dell'intera struttura al pavimento ed al solaio. I gradini possono essere realizzati in legno lamellare, pigmentati in tonalità diverse e finiti con vernici protettive. Sono predisposti per il fissaggio alla struttura portante e per l'inserimento delle colonnine di ringhiera e sono disponibili in cinque larghezze diverse: 640, 740, 840, 940, 1040 mm., con profondità fino a 315 mm. La pedata è di mm. 255 per tutti i gradini, escluso l'ultimo che ne misura 315. Inoltre i gradini vengono coperti con apposite pedane antisdrucciolo ed antirumore. Il corrimano può essere in materia plastica, ed è dotato di un'anima flessibile interna in metallo che permette al pezzo di assumere qualsiasi forma e curvatura.

Prima di iniziare l'operazione, occorre misurare la distanza tra soletta e pavimento, così da poter calcolare l'esatta dimensione delle alzate. La posa inizia sempre dal solaio. Le operazioni, che si ripetono identiche per ogni elemento, si articolano in:

- montaggio provvisorio del supporto e del gradino: alla soletta va fissata una piastra dotata di due prigionieri mobili ai quali si fissa il supporto che si appoggia e si assicura con due dadi da non stringere definitivamente. Al supporto va poi fissato il gradino, tramite cinque bulloni con testa a brugola;
- misurazione dell'alzata di un gradino rispetto a quello superiore: è necessario misurare con precisione il parallelismo e la distanza tra la soletta e il gradino agendo sui dadi del supporto per compensare eventuali differenze;
- fissaggio definitivo del supporto appena ottenuta la posizione desiderata;
- smontaggio dell'ultimo gradino per l'inserimento del supporto successivo infilato a baionetta da sotto e bloccato con i due elementi appositi.

Per aiutarsi nelle misurazioni è bene infilare nei gradini le colonnine dei corrimano che, attraversando due gradini successivi, consentono di fissarne la reciproca posizione con precisione. Ogni tre o quattro gradini montati è bene sistemare un sostegno che sorregga il peso della porzione di scala, evitando flessioni che potrebbero compromettere la corretta messa in opera della sezione successiva. Si procede così fino all'ultimo supporto, che incorpora la piastra di fissaggio al pavimento. Anche in questo caso le operazioni sono analoghe alle precedenti: dopo aver montato l'ultimo gradino e dopo aver determinato le misure esatte, lo si asporta per consentire di praticare i cinque fori al pavimento.
Terminato il fissaggio della piastra si procede verificando di nuovo, con una livella o bolla, la planarità di ogni singolo gradino, che solo a questo punto può essere fissato stringendo i quattro bulloni a brugola. La struttura della scala è così terminata: si eliminano adesso i sostegni e si completano gli elementi di finitura. Innanzitutto è necessario fissare le staffette di appoggio, che servono a scaricare le flessioni orizzontali alla parete senza che le forze torsionali gravino sulla spinta dorsale della scala. Le piccole staffe sono costituite da un tubetto metallico, dello stesso diametro delle colonnine del corrimano, tagliato a misura e fissato, da un lato, alla parete con tre tasselli a pressione, dall'altro all'elemento che collega tra loro lateralmente i gradini. Un'altra staffa di collegamento va fissata tra le colonnine del corrimano ogni volta che questo si interrompe per seguire la curvatura della scala. Simili alle precedenti, le staffe si fissano tramite due pinze con bloccaggio dato da una vite a brugola.
Successivamente va completato il corrimano. Con una vite si assicurano alle colonnine le piastrine di aggancio su cui vanno fissati i moduli corrimano tagliati a misura. Le ultime operazioni consistono nell'inserimento di tappi di materiale plastico a chiusura degli alloggiamenti degli occhielli nei gradini, e nell'incollaggio delle pedane antisdrucciolo. Queste ultime, fornite dall'azienda già a misura, vanno applicate con due strisce di nastro biadesivo e contribuiscono a riparare il gradino da eventuali scheggiature.

19.5 - Scale in legno

Questo tipo di scale si realizza con legno dolce (essenza tenera) o legno forte (essenza dura), o anche ambedue le qualità di legno insieme, utilizzando legno forte (più costoso) per le parti più soggette a consumo come le pedate, e legno dolce (più economico) per le altre parti come le alzate. Le scale in legno si distinguono in:

- scale con gradini massicci, costruite con lo stesso principio di quelle in pietra, con gradini di legno massicci che sono sostenuti da fianchi aventi la forma di travetti. Le teste dei gradini possono rimanere visibili, oppure venire coperte con tavole che formano una specie di sponda (cosciali o fianchi);
- scale a sole pedate, cioè con gradini costituiti da semplici assi incastrate nei fianchi. Sono costruite per lo più con legno dolce e destinate a locali secondari;
- scale con gradini comuni costituiti da alzate e da pedate calettate tra loro ed incastrate nei fianchi. Il collegamento dei gradini con la struttura portante è costituita da cosciali, mentre quello tra gradino e gradino è costituito da spinotti metallici. Le pedate avranno uno spessore di 4-6 cm.; lo spigolo anteriore può essere fornito di un profilo curvilineo, sporgente da 4 a 6 cm. dalle alzate. È preferibile che lo spigolo posteriore delle pedate si trovi nello stesso piano con la faccia posteriore delle alzate, piuttosto che finire contro la faccia anteriore delle alzate, poiché dà luogo ad una giuntura esteticamente poco accettabile. Le alzate saranno costituite da tavole spesse 2 cm. ed incastrate nei fianchi come le pedate. I fianchi saranno costituiti da tavoloni spessi da 6 a 9 cm., la cui larghezza si potrà definire solo dopo aver fissato l'inclinazione della scala poiché il fianco, nel senso verticale, dovrà misurare ancora da 5 a 6 cm. sopra lo spigolo anteriore di ogni gradino, ed altrettanti sotto lo spigolo posteriore del gradino sottostante.

In base alla posizione dei fianchi si avranno:

- scale con fianchi esterni, che corrono lungo i muri, e saranno assicurati e sostenuti mediante zanche, anche di spessore sottile, fissate nelle connessioni del muro;
- scale con fianchi interni alle murature, che saranno sorretti solo agli estremi;
- scale con gradini sovrapposti ai fianchi. I fianchi saranno disposti a gradinata, e ciascun gradino è fissato con chiodi, o meglio con viti, quindi le teste dei gradini stessi sporgono dai fianchi con lo stesso profilo che hanno sulla fronte. I fianchi avranno uno spessore di 10-15 cm.; dovranno essere alti, affinché il lato inferiore coincida con il piano del soffitto compiuto, coprendo la giuntura con un listello levigato; oppure si potranno lasciare sporgere dall'intonaco, applicandovi un piccolo listello di coprigiunto.

Le alzate si collegheranno con i gradini a scanalatura, come nelle scale comuni, e si fisseranno con chiodi alle facce verticali dei fianchi. Per evitare poi la giuntura laterale, i fianchi ed i frontalini si collegheranno con giuntura angolare. Gli elementi verticali che costituiscono il parapetto, saranno incastrati nei gradini, a meno che non debbano essere fissati esternamente ai fianchi stessi. Il parapetto, costituito dal corrimano e da elementi di protezione potrà essere realizzato in legno oppure in metallo (acciaio) o in altro materiale trasparente, con pannelli o lastre di materiali vari e sarà fissato nella faccia superiore dei fianchi e nella faccia inferiore del corrimano in incavature profonde da due a tre centimetri, e con un incastro a tutto spessore. Qualora il parapetto fosse formato da elementi verticali, allora questi, qualunque sezione abbiano, sono assicurati in fori profondi da due a tre centimetri, incavati nel fianco del corrimano. All'inizio ed alla fine della scala e negli angoli dei ripiani, i parapetti saranno spesso rinforzati con elementi più consistenti (ad esempio colonnine o pilastrini). L'altezza del parapetto, misurata verticalmente dai gradini alla faccia superiore del corrimano, dovrà essere di 90 cm. Se il corrimano richiede molto impiego di legno, ma non garantisce il giusto grado di resistenza, il parapetto si potrà rinforzare inferiormente con una sottile guida metallica.
Il legno da preferire per i parapetti è quello delle conifere, o di altre essenze che crescano con fusti diritti per cui si potranno ottenere, senza molti scarti, elementi sottili ma robusti. Se la sezione è rotonda o ritorta, allora si dovrà usare un legno forte, e quindi resistente. Il corrimano dovrà essere levigato e quindi sarà di legno forte e compatto, ed avrà una forma tondeggiante per facilitarne la presa con la mano. La sottofaccia della scala si potrà trattare in diversi modi. Potrà essere lasciata scoperta, e quindi visibile per tutta la scala, levigando la faccia inferiore con la stessa cura usata per quella superiore; oppure si potrà foderare la faccia inferiore con tavole levigate e con listelli. Il legname da adoperare dovrà essere ben secco e stagionato per evitare torsioni o deformazioni. Le tavole devono essere ricavate dal libro e non dall'alburno, e devono essere il più possibile senza nodi per evitare differenze di usura nelle pedate, che rendono scomoda e pericolosa la scala.

19.6 - Scale in ferro

Queste scale dovranno sottostare alla normativa antincendio. La struttura portante delle rampe e dei pianerottoli è costituita da travi (longarine) a "C" o a doppio "T", collegate tra loro con saldature e bulloni. La costruzione richiede l'uso combinato di travi rettilinee e travi sagomate a "Z" (travi a ginocchio), che si sviluppano attorno a pilastri in profilato di ferro del tipo ad ala larga (HE) posti agli angoli del pozzo e ancorati alla base in basamenti di calcestruzzo armato. La struttura così composta verrà vincolata ai pilastri per mezzo di bulloni, su piastre preventivamente saldate alle estremità delle ali dei pilastri e delle longarine, in corrispondenza dei punti di unione.
Per piegare le travi a ginocchio occorre prima asportare un triangolo di materiale avente base $b = 2h\ t_g\ /2$ (dove t_g è il rapporto alzata/pedata del gradino ed h è l'altezza del profilato meno lo spessore dell'ala), poi accostare i margini risultanti dal taglio, e infine saldarli. I ripiani dei gradini e dei pianerottoli sono generalmente realizzati con grigliati o lamiere stampate, fissati entro telai in ferro angolare, a loro volta bullonati alle travi perimetrali.

19.7 -Scale con soluzione mista

L'ossatura portante delle rampe e dei pianerottoli è costituita da travi in ferro a "C", o a doppio "T"; tra una trave e l'altra si realizza una solettina in calcestruzzo armato, oppure si possono inserire dei tavelloni in laterizio, sui quali viene steso uno strato di conglomerato cementizio

dello spessore di 4 cm. circa con interposizione della rete d'acciaio elettrosaldata di diametro ø 4 mm. per la ripartizione dei carichi.
Sopra la struttura della rampa vengono costruiti i gradini al rustico, formati con mattoni forati o altri materiali leggeri. In un secondo tempo si eseguono le operazioni di finitura: rivestimento degli scalini e dei pianerottoli, intonacature delle superfici in vista, posa dello zoccolino e delle ringhiere. Allo scopo di evitare che in prossimità delle putrelle l'intonaco possa essere soggetto a screpolature è opportuno ricoprire le ali con gli appositi copriferri in cotto, ovvero con della rete metallica zincata.

20 Intonaci

20.1 – Norme generali sugli intonaci
L'esecuzione degli intonaci deve sempre essere preceduta da un'accurata preparazione delle superfici. Le superfici da intonacare devono essere ripulite da eventuali grumi di malta, regolarizzate nei punti più salienti e poi accuratamente bagnate.
Nel caso di murature in blocchetti di calcestruzzo o pareti in getto di calcestruzzo, l'esecuzione degli intonaci deve essere preceduta da un rinzaffo di malta fluida di sabbia e cemento applicata a cazzuola e tirata a frettazzo lungo in modo da formare uno strato molto scabro dello spessore non superiore a 5 mm. Non si può procedere all'esecuzione di intonaci, in particolare quelli esterni, quando le strutture non siano protette dagli agenti atmosferici, ossia quando vi sia la possibilità che le acque di pioggia possano imbibire le superfici da intonacare e neppure quando la temperatura minima nelle 24 ore sia tale da pregiudicare la buona presa della malta. A questa limitazione si può derogare nel caso degli intonaci interni eseguiti in ambienti provvisoriamente chiusi e provvisti di adeguate sorgenti di calore.
Nel caso dell'esecuzione di intonaci su murature appoggiate contro strutture in conglomerato di cemento armato che saranno lasciate a vista, in corrispondenza delle linee di giunzione si devono realizzare scuretti aventi larghezza di 1 cm e profondità di 50 cm - se a spigolo vivo - o a 45° se le strutture in calcestruzzo si presentano con spigoli smussati.
Se espressamente indicato nei disegni di progetto esecutivo, in corrispondenza dell'intersezione tra i piani verticali e i piani orizzontali degli intonaci interni, devono essere realizzati degli scuretti sui piani verticali aventi altezza 1 cm e profondità 50 cm.
Nel caso di intonaci da applicare su strutture di calcestruzzo di cemento armato, si prescrive l'impiego di una rete metallica (o altro materiale idoneo) fissato al supporto allo scopo di eliminare la cavillature lungo le linee di contatto tra i due materiali di diversa costituzione.
Gli intonaci finiti devono avere lo spessore maggiore o uguale a quello indicato nel progetto esecutivo o voce dell'elenco prezzi, compreso l'onere per la formazione degli spigoli, angoli, suggellature all'incrocio con i pavimenti e i rivestimenti e quanto altro richiesto dalla Direzione dei Lavori.

20.2 - Intonaci su superfici vecchie
Per l'esecuzione degli intonaci su superfici vecchie, mai intonacate, si deve procedere al preliminare distacco di tutti gli elementi non perfettamente solidali con la muratura sottostante e alla lavatura delle superfici, in modo da garantire l'assoluta pulizia.

20.3 - Intonaci da eseguire su altri esistenti
Per l'esecuzione di intonaci su altri già esistenti, si dovrà procedere al preliminare distacco di tutti i tratti di intonaco che non siano perfettamente solidali con la muratura sottostante, quindi si procederà a un'adeguata picconatura per creare una superficie su cui il nuovo intonaco possa aderire perfettamente e successivamente alla lavatura delle superfici in modo da garantire l'assoluta pulizia.

20.4 - Intonaco grezzo o rinzaffo rustico
L'intonaco grezzo deve essere costituito da uno strato di rinzaffo rustico, applicato con predisposte poste e guide, su pareti, soffitti e volte sia per interni sia per esterni. Ad applicazione conclusa non dovranno notarsi parti mancanti anche di piccole dimensioni e la superficie dovrà essere sufficientemente ruvida da garantire l'ancoraggio dello strato successivo.
L'applicazione può essere eseguita senza l'uso di guide, a mano con cazzuola o con macchina intonacatrice con successiva regolarizzazione dello strato di malta mediante staggiatura. L'intonaco può essere composto:

- con malta di calce e pozzolana, composta da 120 kg. di calce idrata per 1 m³ di pozzolana vagliata;
- con malta bastarda di calce, sabbia e cemento composta da 0,35 m³ di calce spenta, 100 kg. di cemento tipo 325 e 0,9 m³ di sabbia;
- con malta cementizia composta da 300 kg. di cemento tipo 325 per 1 m³ di sabbia;
- con malta preconfezionata di calce naturale, costituita esclusivamente da aggregati di sabbie a polveri carbonatiche selezionate in curva granulometrica 0-4, legante di calce aerea e calce idraulica bianca.

20.5 - Intonaco premiscelato per interni
Sarà costituito da una malta secca composta da gesso, farina di roccia ed additivi specifici per migliorare la lavorazione e l'adesione. Verrà usato sia come intonaco internodi fondo che per lisciatura. Per la stesura dell'intonaco occorrerà che la muratura sia asciutta e libera da polvere, sporco, efflorescenze saline, etc. Eventuali tracce di oli, grassi, cere, etc. dovranno essere preventivamente rimosse. Se utilizzato su superfici in calcestruzzo, queste andranno obbligatoriamente trattate preventivamente con un prodotto aggrappante. In corrispondenza di giunti di elementi diversi si avrà cura di armarli con una rete in fibra di vetro alcali-resistente; la rete non dovrà essere attaccata direttamente alla muratura ma andrà immersa nella parte superficiale. Per ottenere una buona qualità degli intonaci ed evitare eccessivi consumi di materiale si dovrà riservare una particolare cura all'esecuzione delle murature; le fughe tra i mattoni dovranno essere ben riempite, eventuali fori o spaccature nella muratura dovranno essere precedentemente chiusi, i controtelai dovranno sporgere di pochi millimetri. Per rispettare la piombatura delle pareti si dovranno predisporre paraspigoli o stagge negli angoli e guide verticali nelle pareti. Per ogni quintale di malta premiscelata andranno utilizzati circa 64 litri di acqua pulita e mescolato a mano o meglio con agitatore meccanico fino a completa omogeneizzazione. La lavorazione dovrà avvenire mediante l'utilizzo di spatola metallica con passaggi in senso orizzontale e verticale. Le successive riprese andranno effettuate quando la prima mano non è ancora completamente asciutta. Si dovranno applicare con uno spessore minimo di 1 mm. come intonaco di lisciatura e di 5 mm. come intonaco monostrato su murature. Una volta preparata La malta, deve essere applicata entro circa 30-40 minuti. L'inizio dell'indurimento, che in condizioni normali è di circa 50 minuti, dipende dalle condizioni ambientali e dal potere assorbente del sottofondo. L'intonaco andrà applicato su fondi asciutti con umidità non superiore al 2,5%. La lisciatura fresca andrà protetta dal gelo e da una rapida essiccazione. Normalmente, una temperatura di +5°C viene consigliata come valore minimo per l'applicazione e per un buon indurimento della malta. Pitture, rivestimenti, tappezzerie, etc. devono essere applicati solo dopo la completa essiccazione e stagionatura degli intonaci. È necessario aerare adeguatamente i locali dopo l'applicazione sino a completo essiccamento evitando forti sbalzi termici nel riscaldamento degli ambienti.

20.6 - Intonaco completo per interni di tipo premiscelato, monoprodotto, per applicazione a macchina
L'intonaco completo per interni di tipo premiscelato, monoprodotto, costituito da miscela di gesso emidrato (scagliola), perlite espansa e additivi chimici, confezionata in sacchi, deve essere applicato a macchina su superfici in laterizio o calcestruzzo, spianatura con riga e lisciatura a frattazzo. Per sottofondi speciali, bisogna osservare le istruzioni del fornitore. In locali umidi (bagni, cucine, garage), l'uso di questo tipo di intonaco è da evitare e si consiglia l'applicazione di intonaci a base di calce e cemento.
I giunti di elementi diversi devono essere armati con una rete in fibra di vetro alcali resistente. La rete portaintonaco non deve essere fissata direttamente alla muratura, ma va immersa nella parte superficiale. Gli eventuali fori o lesioni nella muratura devono essere precedentemente

chiusi. Per rispettare la piombatura delle pareti è consigliabile predisporre paraspigoli o stagge negli angoli e guide verticali nelle pareti. Non è possibile interrompere la spruzzatura dell'intonaco per un periodo di tempo maggiore di 30 minuti. Si applica in un unico strato sino a spessori di 5-30 mm spruzzando dal basso verso l'alto e, successivamente, si raddrizza con staggia ad H o coltello con passaggi in senso orizzontale e verticale sino a ottenere una superficie piana. Dopo l'irrigidimento (circa due ore), il materiale va spianato con la lama o il rabot. Per una finitura a civile, può essere successivamente applicata una malta fina a base di calce, senza l'aggiunta di cemento.
L'intonaco deve essere applicato su fondi asciutti con umidità non superiore al 2,5%. L'intonaco fresco deve essere protetto dal gelo e da una rapida essiccazione.
Le pitture, i rivestimenti, le tappezzerie, ecc. devono essere applicati solo dopo la completa essiccazione e la stagionatura degli intonaci.

20.7 - Intonaco completo per interni di tipo monoprodotto a base di gesso emidrato e anidrite, applicazione a mano
L'intonaco completo per interni di tipo monoprodotto a base di gesso emidrato 60% e anidrite 40%, confezionato in sacchi, deve essere applicato a mano su superfici in laterizio o calcestruzzo, tirato in piano a frattazzo, rasata con strato di finitura dello stesso prodotto.

20.8 - Intonaco completo per interni di tipo monoprodotto a base di gesso emidrato e anidrite, applicazione a macchina
L'intonaco completo per interni di tipo monoprodotto a base di gesso emidrato 60% e anidrite 40%, confezionata in sacchi, deve essere applicato a macchina su superfici di laterizio o calcestruzzo, spianato con staggia e lisciato a frattazzo. Su intonaci a base cemento, è necessaria l'applicazione di primer.

20.9 - Rasatura per interni di tipo monoprodotto per applicazione a mano
La rasatura per interni di tipo monoprodotto di miscela di gesso emidrato (scagliola) e additivi chimici, confezionata in sacchi, deve essere applicata mano con cazzuola americana o frattazzo metallico. Su intonaci a base cemento, è necessaria l'applicazione di primer. L'applicazione consta di due fasi ben distinte:

- 1ª fase (carica): l'intonaco impastato viene steso sulla parete o sul soffitto, fino allo spessore desiderato, con un opportuno numero di passate successive, utilizzando la tradizionale taloccia di legno. Lo spessore totale minimo è di 5 mm;
- 2ª fase (finitura): dopo circa 30 minuti, l'intonaco deve essere lamato con la spatola americana grande per togliere le eventuali ondulazioni e successivamente, utilizzando lo stesso impasto lasciato a riposo nel gabasso, si effettuano le operazioni di ricarica. La lisciatura speculare finale si ottiene passando la superficie a vista con la spatola americana piccola, bagnando leggermente la superficie. L'intonaco così finito è idoneo a ricevere pitture all'acqua e carte da parati a superficie completamente asciutta.

Nel periodo invernale si deve evitare che la temperatura ambiente scenda sotto i + 5 °C nelle prime 24 ore. Per ottenere un asciugamento ottimale è necessario arieggiare i locali, in modo da permettere la fuoriuscita dell'umidità. Nel periodo estivo la temperatura dell'ambiente durante il periodo d'applicazione non dovrà superare i + 35 °C. Il sottofondo, prima dell'applicazione del rivestimento, dovrà essere perfettamente asciutto. Sono idonei solo i collanti sintetici. La posa deve essere eseguita secondo il metodo del giunto aperto, riempito in seguito con il coprifughe. Eventuali ferri d'armatura a filo murature devono essere trattati con idonea protezione antiruggine, così come le piattabande metalliche, che devono essere ricoperte con rete metallica in filo zincatofissata alla muratura.

20.10 - Lisciatura per interni di tipo monoprodotto per applicazione a mano
La lisciatura per interni di tipo monoprodotto deve essere applicata a mano con cazzuola americana o frattazzo metallico. Su intonaci a base di cemento, è necessaria l'applicazione di primer. Le modalità di applicazione del gesso scagliola per lisciatura, quando viene usata come rasatura, sono identiche a quelle descritte per l'applicazione a spessore. Si tenga conto che, a causa dello spessore sottile, minimo di 3 mm, vengono automaticamente ridotti i tempi di lavorabilità, specialmente se l'applicazione viene effettuata su sottofondo perfettamente asciutto.

20.11 - Intonaco premiscelato a base di calce idraulica per esterni
Sarà costituito da una malta secca resistente ai solfati a base di calce idraulica naturale, polvere di marmo e sabbie calcaree classificate.
Prima della stesa dell'intonaco il supporto dovrà essere libero da polvere, sporco, etc. Eventuali tracce di oli, grassi, cere, etc. dovranno essere preventivamente rimosse. I Sali eventualmente presenti sul supporto dovranno essere preventivamente eliminati mediante pulizia a secco per evitarne la diffusione. Sottofondi particolarmente assorbenti dovranno essere trattati con un fondo isolante alcali resistente a forte penetrazione. È sempre consigliabile effettuare questo trattamento anche quando la superficie da rivestire presenta forti diversità di assorbimento (fascia guida, quadratura di porte e finestre, etc.) o qualora si desideri allungare il tempo di lavorazione. Prima dell'applicazione dell'intonaco di finitura , quello di fondo, dovrà essere tirato a fine.
Per la preparazione dell'intonaco andrà rispettata la proporzione di 100 kg. di malta pronta per circa 28 litri di acqua pulita. Il materiale impastato dovrà essere utilizzato entro 2 ore. La lavorazione avverrà con spatola metallica avendo cura di distribuire uno strato uniforme di materiale; la finitura avviene con il frattazzo di spugna con movimenti circolari.
Una cautela particolare andrà avuta per Il prodotto fresco che dovrà essere protetto dal gelo e da una rapida essiccazione. Poiché l'indurimento dell'intonaco si basa sulla presa della calce, una temperatura di +5°C viene consigliata come valore minimo per l'applicazione e per il buon indurimento della malta. Al di sotto di tale valore la presa verrebbe eccessivamente ritardata e sotto 0°C la malta fresca o anche non completamente indurita sarebbe esposta all'azione disgregatrice del gelo. Se l'applicazione dovesse avvenire durante la stagione estiva, su superfici esposte al sole, si consiglia di bagnare la finitura dopo l'applicazione.

20.12 - Intonaco civile per esterni a finitura lamata
L'intonaco finitura lamata, colorato, a base di calce grassa in pasta (grassello) stagionata, aggregato con sabbia dolomitica, a granulometria calibrata, con l'aggiunta di terre coloranti, in proporzioni variabili. L'impasto deve essere applicato su supporto stagionato. Gli intonaci di fondo preferibili, per una maggiore durata dell'intonaco, possono essere:

- intonaco di fiore di calce e pozzolana;
- intonaco di calce idraulica bianca;
- malta predosata a grassello di calce;
- pozzolana e cocciopesto.

L'impasto deve essere applicato su sottofondi preventivamente bagnati, con frattone di legno. Un primo strato dell'impasto deve essere dello spessore di circa 5 mm. e, non appena quest'ultimo sarà in fase di presa, si dovrà applicare un secondo strato, per lo spessore di altri 5 mm, spianandolo col frattone, al fine di livellarlo e rendere la superficie planare. A crosta indurita, si eseguirà la lamatura, che consiste nel raschiamento dello strato superficiale dell'impasto, utilizzando una lama a denti piccoli, al fine di rompere l'impasto fresco, togliendone qualche millimetro, assicurandosi di lamare sempre in orizzontale al fine di ottenere l'uniformità della superficie. È necessario, non appena l'intonaco sarà indurito, spazzolare la parete con una pennellessa, al fine di eliminare i granelli rotti non più aderenti.

20.13 - Intonaco per esterno di tipo plastico
L'intonaco sarà costituito da un rinzaffo in malta di cemento tirato in piano a frattazzo dello spessore di 15 mm. e successiva applicazione di un intonaco plastico a base di inerti minerali e leganti polimerici plastici, colorato, dato a frattazzo metallico, previa preparazione dello strato di ancoraggio. L'intonaco plastico può essere applicato su intonaco grezzo, civile, di malta bastarda, intonachino e su elementi prefabbricati in conglomerato cementizio. Prima dell'applicazione dovranno essere asportate tutte le zone inconsistenti di intonaco. Occorre eliminare la

polvere con una spazzolatura manuale e primerizzare i fondi con idoneo fissativo. L'applicazione del prodotto deve essere eseguita manualmente in doppio strato, applicando un primo strato con un normale frattone in acciaio. Appena quest'ultimo sarà asciutta, con lo stesso sistema si applicherà un secondo strato di prodotto. L'effetto rustico può essere immediatamente ottenuto con un rullo di caucciù o con rullo di spugna forata. La maggiore o minore intensità dei rilievi è esclusivamente determinata dalla quantità di prodotto che si impiega.

20.14 - Intonaci e applicazioni protettive delle superfici in calcestruzzo

In linea generale, per le strutture in calcestruzzo non verranno adottati intonaci, perché le casseforme dovranno essere predisposte ed i getti dovranno essere vibrati con cura tale che le superfici di tutte le predette strutture dovranno presentare aspetto regolare e non sgradito alla vista. Gli intonaci, quando fosse disposto dalla Direzione dei Lavori, verranno eseguiti dopo accurata pulizia, bagnatura delle pareti e formazione di fasce di guida in numero sufficiente per ottenere la regolarità delle superfici. A superficie finita non dovranno presentare screpolature, irregolarità, macchie; le fasce saranno regolari ed uniformi e gli spigoli eseguiti a regola d'arte. Sarà cura dell'Impresa mantenere umidi gli intonaci eseguiti quando le condizioni locali lo richiedono.

20.15 - Intonaci eseguiti a spruzzo (gunite, sprayed concrete o spritzbeton)

Prima di applicare l'intonaco l'Impresa avrà cura di eseguire mediante martelli ad aria compressa, muniti di appropriato utensile, la "spicconatura" delle superfici da intonacare, alla quale seguirà un efficace lavaggio con acqua a pressione ed occorrendo sabbiatura ad aria compressa. Le sabbie da impiegare saranno silicee, scevre da ogni impurità ed avranno un appropriato assortimento granulometrico preventivamente approvato dalla Direzione dei Lavori. La malta sarà di norma composta di kg. 500 di cemento normale per m^3 di sabbia, salvo diverse prescrizioni della Direzione dei Lavori. L'intonaco potrà avere lo spessore di 20 o 30 mm. e sarà eseguito in due strati, il primo dei quali sarà rispettivamente di 12 o 18 mm. circa. Il getto dovrà essere eseguito con la lancia in posizione normale alla superficie da intonacare e posta a distanza di 80÷90 cm. dalla medesima. La pressione alla bocca dell'ugello di uscita della miscela sarà di circa 3 atmosfere. Qualora si rendesse necessario, la Direzione dei Lavori potrà ordinare l'aggiunta degli idonei additivi per le qualità e dosi di volta in volta verranno stabilite, od anche l'inclusione di reti metalliche elettrosaldate in fili d'acciaio, di caratteristiche che saranno precisate dalla Direzione dei Lavori; in quest'ultimo caso l'intonaco potrà avere spessore di 30÷40 mm. Quando l'intonaco fosse eseguito in galleria e si verificassero delle uscite d'acqua, dovranno essere predisposti dei tubetti del diametro di 1"; questi ultimi saranno asportati una settimana dopo e i fori rimasti saranno chiusi con malta di cemento a rapida presa.

20.16 - Intonaco per interni per protezione antincendio

L'intonaco resistente alla fiamma deve essere costituito da miscela di vermiculite, leganti speciali e additivi chimici, dovrà essere applicato su pareti e soffitti aventi superficie rasata o rustica, per lo spessore minimo di 20 mm., e comunque adeguati a quanto richiesto dalle norme antincendio. Deve essere applicato a spruzzo sia direttamente sulle superfici da proteggere sia sull'eventuale inscatolamento eseguito con l'impiego di un'adeguata rete porta intonaco.

Nel caso di applicazione su superfici in acciaio, le stesse dovranno essere preventivamente trattate con vernici antiruggine e liberate da polvere, grasso, olio e altre sostanze estranee.

20.17 - Intonaco isolante termico a base di leganti idraulici e polistirene con applicazione a spruzzo

L'intonaco isolante, miscela di granuli di polistirene, leganti idraulici e additivi, confezionata in sacchi, si deve applicare a spruzzo nello spessore previsto sui disegni di progetto seguendo la procedura seguente:

- applicazione sul sottofondo grezzo di uno strato dello spessore di 10 mm. di intonaco avente funzione di aggrappante;
- applicazione di strati successivi di intonaco, ciascuno dello spessore non superiore a 20 mm., sino al raggiungimento dello spessore previsto.

Eventuali altri strati di finitura, se previsti, dovranno essere posati a distanza di almeno quattro settimane dalla posa dell'intonaco.

20.18 - Paraspigoli in lamiera zincata

I paraspigoli devono essere applicati prima della formazione degli intonaci e devono essere costituiti da profilati in lamiera zincata dell'altezza minima di 170 cm. e dello spessore di 1 mm.

20.19 - Giunti di dilatazione

I giunti di dilatazione possono essere realizzati con profili in polivinilcloruro, in acciaio galvanizzato, in alluminio o in lamiera verniciata, con interposto elemento elastico, resistente agli agenti atmosferici. Il profilo deve avere la superficie di appoggio in neoprene o con caratteristiche tali da compensare le eventuali irregolarità della superficie d'appoggio. Le modalità di applicazione devono essere quelle indicate dal produttore, come riportato nella scheda tecnica del prodotto.

21 Decorazioni

21.1 - Cornicioni, cornici, lesene, archi, fasce, le riquadrature, etc.

Nelle facciate esterne, nei pilastri e nelle pareti interne, saranno formati i cornicioni, le cornici, le lesene, gli archi, le fasce, gli aggetti, le riquadrature, i bassifondi, ecc., in conformità dei particolari che saranno forniti dalla Direzione dei Lavori, nonché fatte le decorazioni, anche policrome, che pure saranno indicate, sia con colore a tinta, sia a graffito. L'ossatura dei cornicioni, delle cornici e delle fasce sarà formata, sempre in costruzione, con più ordini di pietre o di mattoni e anche in conglomerato semplice od armato, secondo lo sporto e l'altezza che le conviene. Per i cornicioni di grande sporto saranno adottati i materiali speciali che prescriverà la Direzione dei lavori oppure sarà provveduto alla formazione di apposite lastre in cemento armato con o senza mensole.

Tutti i cornicioni saranno contrappesati opportunamente e, ove occorra, ancorati alle murature inferiori.

Per le pilastrate o mostre e finestre, quando non sia diversamente disposto dalla Direzione dei lavori, l'ossatura dovrà sempre venire eseguita contemporaneamente alla costruzione.

Predisposti i pezzi dell'ossatura nelle proporzioni stabilite e sfettate in modo da presentare l'insieme del profilo che si intende realizzare, si riveste tale ossatura con un grosso strato di malta, aggiunto alla meglio con la cazzuola. Prosciugato questo primo strato si abbozza la cornice con un calibro o sagoma di legno, appositamente preparato, ove sia tagliato il controprofilo della cornice, che si farà scorrere sulla bozza con la guida di un regolo di legno. L'abbozzo come avanti predisposto, sarà poi rivestito con apposita superficie di stucco da tirarsi e lisciarsi convenientemente. Quando nella costruzione delle murature non siano state predisposte le ossature per lesene, cornici, fasce, ecc., e queste debbano quindi applicarsi completamente in oggetto, o quando siano troppo limitate rispetto alla decorazione, o quando infine possa temersi che la parte di rifinitura delle decorazioni, per eccessiva sporgenza o per deficiente aderenza all'ossatura predisposta, col tempo possa staccarsi, si curerà di ottenere il maggiore e più solido collegamento della decorazione sporgente alle pareti od alle ossature mediante infissione in esse di adatti chiodi, collegati tra loro con filo di ferro del diametro di 1 mm, attorcigliato ad essi e formante maglia di 10 cm. circa di lato.

21.2 - Decorazioni a cemento

Le decorazioni a cemento delle porte e delle finestre e quelle della parte ornata delle cornici, davanzali, pannelli, etc. verranno eseguite in conformità dei particolari architettonici forniti dalla Direzione dei Lavori. Le parti più sporgenti del piano della facciata ed i davanzali saranno

formati con speciali pezzi prefabbricati di conglomerato cementizio dosato a 400 kg gettato in apposite forme all'uopo predisposte a cura e spese dell'Impresa, e saranno opportunamente ancorati alle murature. Il resto della decorazione, meno sporgente, sarà fatta in posto, con ossature di cotto o di conglomerato cementizio, la quale verrà poi, con malta di cemento, tirata in sagoma e lisciata.
Per le decorazioni in genere, siano queste da eseguirsi a stucco, in cemento od in pietra l'Impresa è tenuta ad approntare il relativo modello in gesso al naturale, a richiesta della Direzione dei Lavori.

22 Controsoffitti

22.1 - Controsoffitti da intonaco
Tutti i controsoffitti in genere dovranno eseguirsi con cure particolari allo scopo di ottenere superfici esattamente orizzontali (od anche sagomate secondo le prescritte centine), senza ondulazioni od altri difetti ed evitate in modo assoluto la formazione, in un tempo più o meno prossimo, di crepe, crinature o distacchi nell'intonaco. Al manifestarsi di tali screpolature la Direzione dei Lavori avrà facoltà, a suo insindacabile giudizio, di ordinare all'Appaltatore il rifacimento, a carico di questo ultimo, dell'intero controsoffitto con l'onere del ripristino di ogni altra opera già eseguita (stucchi, tinteggiature, etc.). Dalla faccia inferiore di tutti i controsoffitti dovranno sporgere i ganci di ferro appendilumi. La Direzione dei Lavori potrà prescrivere anche la predisposizione di adatte griglie o sfiatatoi in metallo per la ventilazione dei vani racchiusi dai controsoffitti.

a) controsoffitto in rete metallica (tipo Rabitz)

Il controsoffitto in rete metallica, applicato a solai in cemento armato in genere, sarà generalmente costituito da:

- una ordinatura di ferro tondo del diametro ø 5 - 8 mm. sospesa al soprastante solaio e con i ferri disposti ed un interasse dai 60 agli 80 cm.;
- una rete di filo di ferro zincato del diametro ø 1 mm. con maglie dai 10 ai 15 mm. di lato, assicurata, dopo perfetta stiratura, all'orditura di ferro tondo;
- l'intonaco completo, costituito di rinzaffo in malta cementizia e dalla stabilitura in malta comune grossa.

Il medesimo controsoffitto potrà essere adottato per solai in legno con la differenza che la rete metallica, invece che assicurata all'orditura di ferro tondo, verrà fissata direttamente alla struttura in legno del solaio. Si dovrà badare che l'intonaco venga eseguito con la massima accuratezza e che riesca del minor spessore possibile.

b) controsoffitto in rete metallica tipo cameracanna

I controsoffitti in rete metallica tipo cameracanna saranno composti:

- dall'armatura principale retta o centinata in legno abete, formata con semplici costoloni di cm. 6 x 12, oppure con centine composte di due o tre tavole sovrapposte ed insieme collegate ad interasse di cm. 100;
- dall'orditura di correntini in abete della sezione di 4 x 4 cm., posti alla distanza di cm. 30 gli uni dagli altri e fissati solidamente con chiodi e reggette alle centine od ai costoloni di cui sopra ed incassati ai lati entro le murature in modo da assicurare l'immobilità;
- dalla rete metallica, in filo di ferro lucido del diametro di mm. 1 circa, con maglie di circa mm. 15 di lato, che sarà fissata all'orditura di correntini con opportune grappette;
- dal rinzaffo di malta bastarda o malta di cemento, secondo quanto prescritto, la quale deve risalire superiormente alla rete;
- dall'intonaco (eseguito con malta comune di calce e sabbia e incollato a colla di malta fina) steso con le dovute cautele e con le migliori regole dell'arte perché riesca del minore spessore possibile, con superficie piana e liscia.

c) controsoffitto in tavole di abete (scurette)

Le tavole, delle spessore dai 10 ai 13 mm. saranno spaccate ed arricciate e successivamente inchiodate alla struttura in legno del solaio; l'intonaco sarà costituito di rinzaffo in malta bastarda e della stabilitura in malta comune grassa.

d) controsoffitto tipo "Perret"

I controsoffitti eseguiti con materiale laterizio speciale tipo "Perret", "Italia" o simili saranno costituiti da tavelline sottili di cotto dello spessore di cm. 2,5 armate longitudinalmente da tondini di acciaio annegato in malta a q.li 3,00 di cemento Portland per m^3 di sabbia, il tutto ancorato al solaio sovrastante mediante robusti cavallotti di ferro ad opportuna distanza. La faccia vista del controsoffitto sarà sbruffata con malta bastarda.

e) controsoffitto in graticcio tipo "Stauss"

I controsoffitti con graticcio di cotto armato tipo "Stauss" o simili saranno costituiti essenzialmente da strisce di rete di filo di ferro del diametro di 1 mm. a maglie di 20 mm. di lato aventi gli incroci annegati in crocettine di forma poliedrica in argilla cotta ad alta temperatura, che assicurino alla malta una buona superficie di aderenza. Dette strisce assicurate agli estremi a tondini di ferro da 8 mm. almeno, ancorati a loro volta nelle armature perimetrali con opportune grappe poste a distanza di cm. 25, e ben tese mediante taglie tendifili, verranno sostenute con cavallotti intermedi (a distanza di circa 0,40 ml.) ed occorrendo mediante irrigidimenti di tondino di ferro da ø 3 mm. in modo da risultare in tutta la superficie saldamente fissate al soffitto senza possibilità di cedimenti. Per l'intonacatura si procederà come per un soffitto normale; la malta gettata con la forza contro il graticcio deve penetrare nei fori fra le varie crocette, formando tra di esse tante piccole teste di fungo che trattengono fortemente l'intonaco alla rete. Trattandosi di rivestire superfici curve comunque centinate, la rete metallica del controsoffitto tanto del tipo comune che del tipo "Stauss" dovrà seguire le sagome di sostegno retrostanti opportunamente disposte, ed essere fissata ad esse con tutti i necessari accorgimenti per assicurare la rete e farle assumere la curvatura prescritta.

22.2 - Controsoffitto in cartongesso
I controsoffitti saranno costituiti da una lastra in cartongesso dello spessore di 15 mm. o altrimenti indicato in progetto, fissata a una struttura di sostegno in lamierino di acciaio zincato piegato, a sua volta ancorata con fili di sospensione e tasselli ad espansione al soffitto. Le giunzioni tra pannelli verranno opportunamente stuccate con l'impiego di tela di fibra di vetro e gesso, e convenientemente rasate e carteggiate. Particolare cura si dovrà avere nella realizzazione degli spigoli di raccordo tra superfici orizzontali e verticali (velette), che dovranno essere perfettamente rettilinei. A scelta dell'Appaltatore potranno essere utilizzati appositi profili angolari che saranno in ogni caso compresi nel prezzo offerto.

22.3 - Controsoffitti in fibre minerali
Tali pannelli di dimensioni 600 × 600 mm. sono costituiti da prodotti naturali quali lana minerale, perlite e argilla giustamente dosati.
Essi presentano insuperabili caratteristiche tecniche fisico-costruttive in particolare per le proprietà abbinate di resistenza al fuoco e isolamento e/o abbattimento acustico.
Finitura decorata sabbiata e microperforata, per spessore da 17 fino a 19 mm. circa con bordi ribassati; ignifughi di classe 1, REI 180, montati ad incastro su struttura antisganciamento ed antisismica in acciaio zincato seminascosta, composta da profili portanti a C, profili intermedi a Z e a T fissati alla struttura muraria tramite raccordi e agganci metallici e profili intermedi e perimetrali.

22.4 - Controsoffitti modulari in alluminio
Tali pannelli di dimensioni 600x1200 mm. sono realizzati in alluminio di spessore 5/10 o 6/10 di mm. preverniciato bianco con finitura a superficie microforata. La reazione al fuoco è di classe "0" secondo il D.M. 14.01.85 e s.m.i.
I bordi longitudinali del pannello sono sagomati al fine di consentire l'inserimento a scatto nell'apposita orditura metallica nascosta costituita da profili a triangolo in acciaio zincato 5/10, installati parallelamente tra loro alla distanza di 600 mm. e fissati ortogonalmente a profili portanti a

C, installati questi ultimi ad interasse di 600 mm.
Il sistema verrà sospeso alle strutture sovrastanti mediante pendinatura rigida, regolabile. I pannelli risulteranno singolarmente smontabili al fine di garantire la totale accessibilità all'intercapedine.

22.5 - Controsoffitti a doghe
Le doghe vengono applicate a scatto su traversine multimodulari con la possibilità di inserire tra le une e le altre un profilo speciale in alluminio di colore bianco, rendendo il controsoffitto chiuso ed isolato dal plenum. Le doghe sono ricavate per profilatura da nastri di alluminio (lega 3003) preverniciato bianco dello spessore di 0,5 mm. oppure 0,6 mm. complete di traversine di sostegno in acciaio preverniciato di colore bianco. Esse sono fissate a soffitto mediante pendini rigidi in acciaio zincato aventi un diametro di 4 mm. con molla di chiusura rapida; profilo perimetrale a "L" (doppia "L" oppure "C") di dimensioni adeguate, in alluminio preverniciato dello stesso colore delle doghe.

22.6 - Controsoffitti tipo carabottino
Controsoffitti in grigliato aperto in alluminio preverniciato di colore bianco (tipo carabottino), maglia 60x60xh50 mm., costituito da pannelli 600x600 mm. in appoggio su struttura portante 24/38 in acciaio zincato di sezione a "T" per l'ispezionabilità. Perimetralmente sarà posto in opera un profilo ad elle di 24x24 mm. in acciaio zincato preverniciato dello stesso colore.
Tutti i controsoffitti saranno predisposti per accogliere i corpi illuminanti ad incasso ed eventuali altri terminali impiantistici

23 Infissi e serramenti

23.1 - Infissi in genere
Si intendono per infissi gli elementi aventi la funzione principale di regolare il passaggio di persone, animali, oggetti, e sostanze liquide o gassose nonché dell'energia tra spazi interni ed esterni dell'organismo edilizio o tra ambienti diversi dello spazio interno. Essi si dividono tra elementi fissi (cioè luci fisse non apribili) e serramenti (cioè con parti apribili); gli infissi si dividono, inoltre, in relazione alla loro funzione, in porte, finestre e schermi. Per la terminologia specifica dei singoli elementi e delle loro parti funzionali in caso di dubbio si fa riferimento alla norma UNI 8369.
I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura; le modalità di posa sono sviluppate nell'articolo relativo alle vetrazioni ed ai serramenti. Il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura, oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

a) Elementi fissi
Le luci fisse devono essere realizzate nella forma, con i materiali e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto. In mancanza di prescrizioni (od in presenza di prescrizioni limitate) si intende che comunque devono nel loro insieme (telai, lastre di vetro, eventuali accessori, etc.) resistere alle sollecitazioni meccaniche dovute all'azione del vento od agli urti, garantire la tenuta all'aria, all'acqua e la resistenza al vento. Quanto richiesto dovrà garantire anche le prestazioni di isolamento termico, isolamento acustico, comportamento al fuoco e resistenza a sollecitazioni gravose dovute ad attività sportive, atti vandalici, etc. Le prestazioni predette dovranno essere garantite con limitato decadimento nel tempo. Il Direttore dei Lavori potrà procedere all'accettazione delle luci fisse mediante i criteri seguenti mediante:

- controllo dei materiali costituenti il telaio + vetro + elementi di tenuta (guarnizioni, sigillanti) più eventuali accessori, e mediante controllo delle caratteristiche costruttive e della lavorazione del prodotto nel suo insieme e/o dei suoi componenti; in particolare trattamenti protettivi di legno, rivestimenti dei metalli costituenti il telaio, l'esatta esecuzione dei giunti, etc.;
- l'accettazione di dichiarazioni di conformità della fornitura alle classi di prestazione quali tenuta all'acqua, all'aria, resistenza agli urti, etc.; di tali prove potrà anche chiedere la ripetizione in caso di dubbio o contestazione.

Le modalità di esecuzione delle prove saranno quelle definite nelle relative norme UNI per i serramenti.

b) Serramenti interni ed esterni
I serramenti interni ed esterni (finestre, porte finestre, e similari) dovranno essere realizzati seguendo le prescrizioni indicate nei disegni costruttivi o comunque nella parte grafica del progetto. In mancanza di prescrizioni (od in presenza di prescrizioni limitate) si intende che comunque nel loro insieme devono essere realizzati in modo da resistere alle sollecitazioni meccaniche e degli agenti atmosferici e contribuire, per la parte di loro spettanza, al mantenimento negli ambienti delle condizioni termiche, acustiche, luminose, di ventilazione, etc.; lo svolgimento delle funzioni predette deve essere mantenuto nel tempo. Il Direttore dei Lavori potrà procedere all'accettazione dei serramenti mediante:

- il controllo dei materiali che costituiscono l'anta ed il telaio ed i loro trattamenti preservanti ed i rivestimenti mediante il controllo dei vetri, delle guarnizioni di tenuta e/o sigillanti, degli accessori;
- il controllo delle sue caratteristiche costruttive, in particolare dimensioni delle sezioni resistenti, conformazione dei giunti, delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni, etc.) o per aderenza (colle, adesivi, etc.) e comunque delle parti costruttive che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica, tenuta all'acqua, all'aria, al vento, e sulle altre prestazioni richieste;
- l'accettazione della attestazione di conformità della fornitura alle prescrizioni indicate nel progetto per le varie caratteristiche od in mancanza a quelle di seguito riportate:

Finestre: isolamento acustico (secondo la norma UNI 8204), maggiore di 25 db.; tenuta all'acqua, all'aria e resistenza al vento (misurata secondo le norme UNI EN86, 42 e 77), classi E4, A3 e U3.;resistenza meccanica (secondo le norme UNI 9158 ed UNI EN107);
Porte interne: tolleranze dimensionali ± 0.1%; spessore 45 mm. (misurate secondo norma UNI EN1529);
Porte esterne: tolleranze dimensionali ± 0,1%; spessore 45 mm. (misurate secondo norma UNI EN1529) tenuta all'acqua, aria, resistenza al vento (misurata secondo le norme UNI EN86, 42 e 77) classi E4, A3 e U3.
L'attestazione di conformità dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione.

23.2 - Infissi di legname
Tutti gli infissi di legname dovranno essere costruiti a perfetta regola d'arte e secondo i disegni di dettaglio (abaco) forniti dalla Direzione dei Lavori, oltre le eventuali prescrizioni fornite in corso d'opera; per gli spessori non sarà ammessa tolleranza superiore a mm. 2 rispetto le dimensioni indicate nei vari articoli di elenco. La piallatura sarà eseguita in modo di ridurre esattamente piana la superficie da lavorare, senza parti ruvide, schegge, angoli, ondulazioni o altro difetto: il legname dovrà presentare un aspetto lucido ed estremamente liscio al tatto, e tutti i pezzi saranno piallati prima di essere montati. Si fa speciale avvertenza a che gli infissi, oltreché corrispondere ai disegni ed alle istruzioni che in proposito venissero impartite all'atto pratico dalla Direzione dei Lavori, corrispondano pure in modo perfetto ai singoli vani cui sono destinati, in modo che, ad opera compiuta, diano chiusure ottime e nello stesso tempo facilmente movibili e non suscettibili di deformazioni. I serramenti da aprire e chiudere, che danno verso l'esterno, dovranno sempre poter essere fissati mediante ganci, catenelle o altro apparecchio nella posizione di apertura. Gli intagli e gli incastri saranno fatti per tutta la lunghezza dei pezzi e con esatto combaciamento; non saranno tollerati intagli in falso, zeppe o cunei; gli spigoli, a seconda di quanto sarà richiesto, saranno vivi, smussati o arrotondati.
Nei serramenti ed altri lavori a specchiatura, i pannelli saranno uniti ai telai ed ai traversi intermedi mediante scanalature nei telai e linguette nella specchiatura, con sufficiente riduzione dello spessore per non indebolire soverchiamente il telaio; fra le estremità della linguetta ed il fondo della scanalatura deve essere lasciato un gioco per consentire i movimenti del legno della specchiatura; le battute delle porte senza telaio

verranno eseguite a risega, tanto contro la mazzetta quanto fra le imposte. Le unioni tre i componenti delle opere in legno verranno eseguite con viti e altro soluzioni dovranno essere autorizzate dalla Direzione dei Lavori. Le superfici viste, piane o modanate, saranno, oltreché piallate, anche lisciate diligentemente con smeriglio e pomice, e dovranno assolutamente essere prive di fori e tasselli di qualunque genere. Le cornici dovranno risultare di sagoma esattamente uguale alla prescritta, con spigoli diritti e, dopo che saranno state lavorate coi fori opportuni, si levigheranno con carta smerigliata e pomice. Le varie modanature dovranno combaciare perfettamente; non si tollereranno per esse nè stuccature nè ritocchi coi ferri. I collegamenti dei vari pezzi saranno fatti con assoluta precisione a incastro, a dente doppio o semplice, a mortisa, in rintacco, a mezzo legno, a scanalatura, a linguetta e simili, e saranno assicurati con colla e cavicchi di legno forte, calettati pure a colla. Nel collocamento a muro, si dovranno eseguire preventivamente i fori, gli incastri, i tagli a forza nella muratura e tutti gli attacchi necessari con i seguenti suggelli, indi rinnovare gli intonaci, etc., riportando tutto allo stato primitivo: queste operazioni sussidiarie sono compensate col prezzo relativo degli infissi. Si specifica in proposito tassativamente che il fissaggio dei serramenti in legno ai tasselli a coda di rondine murati e ancorati con malta di cemento e opportuna grappa in piattino di ferro, dovrà essere fatto unicamente con viti mordenti di giusta lunghezza con esclusione assoluta di chiodi.
Gli incastri per la ferramenta saranno eseguiti con tutta esattezza, curando che i vari ferri combacino con precisione in essi; è vietato perciò rattoppare di stucco o di legname quegli incastri che riuscissero di dimensioni sproporzionate. La ferramenta sarà di ferro o di altro metallo a seconda delle prescrizioni, rimanendo però tassativamente vietato l'uso della ghisa. I meccanismi delle serrature, gli scudini, i coprifori, le maniglie, le spagnolette, le piastrine delle stesse e quelle per la tenuta degli uncini, dei nottolini, dei lucchetti e delle boccole, saranno di bronzo fosforoso verniciato a fuoco, o di altro metallo accettato od ordinato dalla Direzione dei Lavori.
Per ciascun tipo di serramento sarà obbligo dell'Appaltatore di formare e presentare un campione al vero, finito in tutto punto, comprese tutte le ferramenta, per essere approvato od, occorrendo, modificato; questo campione sarà custodito negli Uffici della Direzione dei Lavori a garanzia della esatta e conforme esecuzione di tutti gli altri, e sarà poi restituito per essere messo in opera anch'esso, tosto che siano riconosciuti accettabili e collocabili in opera tutti gli altri. L'accettazione dei serramenti e delle altre opere in legno (che dovrà essere fatta prima della eventuale coloritura) non è definitiva se non al momento della messa in opera; tuttavia l'Appaltatore sarà obbligato a rimediare a qualunque difetto che si verificasse prima della definitiva collaudazione, rimanendo a suo carico anche le eventuali opere di ripristino delle murature, degli intonaci e delle opere da pittore.
Con i serramenti dovranno essere forniti in opera fronticelli, frontali, bocchette ed ogni altro accessorio, che perciò non saranno valutati a parte.
I vari elementi costituenti le persiane avvolgibili saranno collegati da anelli metallici scorrevoli che consentano la mezza chiusura; i rotolanti saranno sostenuti da mensolette in ferro a due sostegni terminanti a coda di rondine, da fissarsi nel muro per una lunghezza di almeno 10 cm. e saranno fermabili all'altezza voluta da apposito apparecchio di ottone nichelato ferma cinghia. Gli avvolgibili dovranno essere posti in opera corredati da ogni accessorio necessario al regolare funzionamento come guide, rulli, cinghie di canapa, etc.; il cassonetto di custodia e l'apparecchio inghiotti-cinghia.

23.3 - Serramenti in alluminio

I serramenti per finestre, porte e vetrate, dovranno essere costruiti con profilati piani in alluminio il cui spessore sia minimo di 1.5 mm. Per i serramenti del tipo a taglio termico, la parte metallica dei profilati deve essere estrusa in lega primaria EN AW – 6060, e il collegamento tra la parte esterna e quella interna dei profilati dovrà essere realizzato in modo continuo e definitivo mediante listelli di materiale sintetico termicamente isolante, tipo poliammide rinforzata con fibre di vetro.
I profilati così collegati, sollecitati a flessione ed a torsione per effetto dei carichi del vento, devono dare prestazioni pari a quelle di profilati uguali ma interamente in lega di alluminio; le sollecitazioni indotte per effetto delle temperature dai processi di ossidazione anodica o di verniciatura devono essere assorbite dal giunto isolante senza alterazione alcuna nella bontà del collegamento, fino al valore di 190 °C.
Il drenaggio dell'acqua di infiltrazione attorno ai vetri si deve poter effettuare mediante fori eseguiti sui listelli isolanti che convogliano l'acqua nella precamera di turbolenza, e da questa all'esterno, senza l'impiego di mastici o sigillanti impermeabili poichè la giunzione stessa deve essere impermeabile. La finitura superficiale (anodizzata, satinata, elettrocolorata, elettroverniciata) dovrà essere del tipo richiesto nell'elenco prezzi e con caratteristiche tali da rappresentare il meglio esistente in commercio, rispettando le seguenti prescrizioni:

- l'ossidazione anodica, a norma UNI 10681, di colore a scelta della Direzione dei Lavori, dovrà essere eseguita con ciclo completo comprendente le preliminari operazioni di pulizia, sgrassaggio e decapaggio; lo spessore dell'ossido dovrà essere garantito per un valore minimo di 15 microns (classe 15 delle norme UNI 4522-66);
- la verniciatura, di colore a scelta della Direzione dei Lavori e secondo le tabelle R.A.L., dovrà avere lo spessore minimo, per le parti in vista, pari a 30 microns ed essere effettuata con un ciclo comprendente lo sgrassaggio alcalino, il lavaggio, la fosfocromatazione ad immersione, il lavaggio demineralizzato, l'asciugatura, la verniciatura finale, a norma UNI 9983, mediante polveri di poliestere applicate elettrostaticamente e cottura in forno a 180 °C; a garanzia della durata nel tempo dovranno essere effettuati i controlli di resistenza agli agenti atmosferici (ASTM G 53), di aderenza (DIN 53151), di resistenza alla piegatura (DIN 53152), alla imbutitura (DIN 53156) ed all'urto (ASTM D 2794).

Tutti i materiali componenti gli infissi devono essere scelti secondo le indicazioni delle norme UNI 3952-66.
Le guarnizioni complementari di tenuta saranno di elastomero (Dutral, Neoprene, etc.) e dovranno realizzare il principio di tenuta con precamera di turbolenza di grande dimensione e capacità (a "giunto aperto"); dovrà inoltre, essere assicurata l'assoluta continuità perimetrale del giunto elastico mediante l'impiego di angoli vulcanizzati e incollaggio accurato dei lembi di giunzione. I particolari soggetti a logorio saranno montati e bloccati per contrasto onde consentire rapidamente la loro eventuale regolazione oppure la sostituzione anche a personale non specializzato e senza necessità di lavorazioni meccaniche. Le apparecchiatura di manovra delle finestre ad anta e ribalta (anta - wasistass) devono essere dotate della sicurezza contro l'errata manovra, onde evitare lo scardinamento dell'anta.
I profilati fermavetro dovranno essere del tipo inserito a scatto, mediante aggancio di assoluta sicurezza affinché a seguito di apertura a wasistass, a bilico orizzontale o per la spinta del vento, il fermavetro non possa cedere elasticamente. I vetri dovranno essere posti sui serramenti rispettando tassativamente le norme UNI 6534/74 e verificati alla pressione massima del vento di 60 Kg/m².
La sigillatura tra i telai fissi metallici ed il contesto edilizio adiacente sarà eseguita impiegando sigillanti al silicone o al Thiokol, nel rispetto delle istruzioni del fabbricante, avendo cura di realizzare giunti di larghezza non inferiore a mm. 3 e non superiore a mm. 7, con profondità minima di 6 mm. Il cordone di sigillatura dovrà essere supportato da apposito materiale di riempimento inerte, elastico ed a celle chiuse.
Nella posa in opera di telai termicamente isolati, sarà compito del fornitore porre in essere tutti gli accorgimenti necessari ad evitare che i controtelai oppure le lastre di marmo o, comunque, i componenti adiacenti formino ponte termico tra le parti isolate annullando così l'efficacia della barriera termica. Le guarnizioni complementari di tenuta saranno costituite da listelli in lana sintetica idrorepellente ad alta densità, integrata al centro da una pinna flessibile in polipropilene facente corpo unico con il supporto della lana.
La continuità perimetrale delle guarnizioni complementari di tenuta dovrà essere assicurata mediante l'impiego di particolari in materiale plastico e listelli in lana sintetica da impiegare negli angoli delle ante e nei punti d'incontro tra le ante stesse in basso ed in alto. L'evacuazione dell'acqua piovana raccolta nella rotaia di scorrimento inferiore dovrà avvenire attraverso la camera tubolare della rotaia stessa, sfruttando il salto di pressione adottando il principio dell'imbuto e con l'ausilio di tubicini compensatori di pressione onde evitare riflussi a spruzzo.

I carrelli di scorrimento dovranno essere "tandem" ad asta oscillante così da assicurare l'equa ripartizione del carico su ciascuna ruota. L'anello esterno delle ruote dovrà essere in materiale antifrizione ed anti-usura mentre le ruote stesse dovranno essere di larga sezione trasversale, per diminuire la pressione sul punto d'appoggio e, quindi, l'usura, avendo la parte esterna sagomata a V per garantire l'auto centratura sulla guida di scorrimento metallica. Gli infissi forniti dovranno garantire, documentate da certificato rilasciato da un istituto europeo autorizzato, prestazioni equivalenti alla seguente classificazione minima (UNI 7979 - UNI EN42-77-86):

- Tenuta all'aria UNI EN12207
- Tenuta all'acqua UNI EN12208
- Resistenza al vento UNI EN12210
- Resistenza alle sollecitazioni da utenza cicli 7000
- Relativamente alla qualità dei materiali forniti, alla protezione superficiale ed alle prestazioni la Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di controllo e di collaudo secondo le modalità ed i criteri previsti dalla UNI 3952-66 punto 5.

I serramenti dovranno essere offerti completi di inferriatine, cerniere, maniglie, serrature "Yale" alle porte, apparecchi e dispositivi di manovra, nonché nel prezzo deve essere inteso e compensato anche l'onere del collegamento elettrico del serramento alla linea di terra dell'edificio secondo le modalità previste dalla vigente normativa. I serramenti dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori e conformi all'offerta, ai campioni ed ai disegni presentati dalla Ditta. Prima di procedere alla costruzione dei serramenti si dovrà presentare, per ogni tipo, un campione completamente finito ed apportare, se del caso, le necessarie modifiche ed aggiunte dalla Direzione dei Lavori.

23.4 - Serramenti in P.V.C.

I serramenti per finestre, porte e vetrate, possono essere chiesti in Policroruro di Vinile, con materiale conforme alle norme DIN 7748, costruiti con profilati estrusi il cui spessore sia minimo di 2 mm., larghi 58 mm. La finitura superficiale dovrà essere di colore omogeneo, liscia e libera da corpi estranei, bolle d'aria ed altri difetti. Il collegamento tra profilati dovrà essere realizzato mediante termosaldatura a circa 245 °C.

Tutti i materiali componenti gli infissi devono essere scelti secondo le indicazioni delle norme UNI 3952-66; le guarnizioni complementari di tenuta saranno di elastomero. La miscela impiegata per l'estrusione dei profili componenti i serramenti a vetri per finestra o porte-finestre è costituita da una miscela di resina ed additivi stabilizzanti e lubrificanti con esclusione di plastificanti e cariche minerali od organiche e dovrà rispondere alle sotto elencate caratteristiche:

- il peso specifico determinato secondo le norme ASTM D 792 deve essere < a 1,49 kg/dm^3;
- la resistenza all'urto a trazione determinata secondo le norme UNIPLAST 385 e > a 500 KJ/m^2 a 0°C e > a 700 Kg/m^2 a 23°C;
- il modulo elastico in flessione dovrà essere > a 2250 MPA determinato secondo le norme UNI 7219;
- carico di rottura e > a 400 Kg/cm^2 secondo metodo di prova ASTM D 638;
- la resistenza all'urto non deve dare, secondo le norme UNIPLAST 393, nessuna rottura a 0°C e non più di 1 rottura su 10 provini a –10°C;
- secondo le norme ASTM D 1525 la temperatura di rammollimento o grado di Vicat dovrà essere > 76°C;
- la resistenza alla luce, secondo le norme UNI 7095 dovrà essere > al grado 3 della scala dei grigi;
- durezza Shore ≥ 75 secondo il metodo di prova ASTM D 2240;
- per la resistenza della saldatura secondo la norma UNIPLAST 392, la rottura non deve avvenire per oltre il 50% del piano di saldatura;
- autoestinguenza in caso d'incendio.

I particolari costruttivi soggetti a logorio saranno montati e bloccati per contrasto onde consentire rapidamente la loro eventuale regolazione o sostituzione anche a personale non specializzato e senza necessità di lavorazioni meccaniche.

Le apparecchiature di manovra delle finestre ad anta e ribalta (anta-wasistass) devono essere dotate della sicurezza contro l'errata manovra, onde evitare lo scardinamento dell'anta. I vetri dovranno essere posti sui serramenti rispettando tassativamente le norme UNI 6534/74 e verificati alla pressione massima del vento di 60 Kg/m^2. La sigillatura tra i telai fissi metallici ed il contesto edilizio adiacente sarà eseguita impiegando sigillanti al silicone o al Thiokol, nel rispetto delle istruzioni del fabbricante, avendo cura di realizzare giunti di larghezza non inferiore a 3 mm. e non superiore a 7 mm., con profondità minima di 6 mm. Il cordone di sigillatura dovrà essere supportato da apposito materiale di riempimento inerte, elastico ed a celle chiuse. Nella posa in opera di telai termicamente isolati, sarà compito del fornitore porre in essere tutti gli accorgimenti necessari ad evitare che i controtelai oppure le lastre di marmo o, comunque, i componenti adiacenti formino ponte termico tra le parti isolate annullando così l'efficacia della barriera termica.

Gli infissi forniti dovranno garantire, documentate da certificato rilasciato da un istituto europeo autorizzato, prestazioni equivalenti alla seguente classificazione minima (UNI 7979 - UNI EN42-77-86):

- Tenuta all'aria UNI EN12207
- Tenuta all'acqua UNI EN12208
- Resistenza al vento UNI EN12210
- Resistenza alle sollecitazioni da utenza cicli 7000

Relativamente alla qualità dei materiali forniti, alla protezione superficiale ed alle prestazioni la Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di controllo e di collaudo secondo le modalità ed i criteri previsti dalla UNI 3952-66 punto 5.

I serramenti dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori e conformi all'offerta, ai campioni ed ai disegni presentati dalla Ditta. Prima di procedere alla costruzione dei serramenti si dovrà presentare, per ogni tipo, un campione completamente finito ed apportare, se del caso, le necessarie modifiche ed aggiunte della Direzione dei Lavori.

23.5 - Serramenti in ferro

I serramenti per finestre, porte e vetrate, possono essere chiesti in acciaio tubolare della sezione indicata in progetto o profilati speciali ferro finestra (secondo le indicazioni della Direzione dei Lavori). Il collegamento tra profilati dovrà essere realizzato mediante viti, bulloni, ribattini, saldature, etc., a seconda della loro destinazione e delle disposizioni impartite. Saranno forniti dei necessari cardini, bandelle, scontri, serrature, scrocchi, congegni a vite per l'apertura, vetri posti in opera con stucco, coloritura, etc.; le chiusure saranno eseguite a ricupero ad asta rigida, con corsa inversa, ed avranno il fermo inferiore e superiore. Il sistema di chiusura potrà essere a leva od a manopola, secondo quanto richiesto; le cerniere, cromate o non, dovranno essere a quattro maschiettature in numero di due o tre per ciascuna partita e dell'altezza non inferiore a 12 cm., con ghiande terminali. Gli apparecchi di chiusura e di manovra dovranno risultare bene equilibrati e richiedere sforzi per la chiusura; la ferramenta di ritegno dovrà essere proporzionata alla robustezza dell'infisso stesso. I particolari soggetti a logorio saranno montati e bloccati per contrasto onde consentire rapidamente la loro eventuale regolazione o sostituzione anche a personale non specializzato e senza necessità di lavorazioni meccaniche. Le apparecchiature di manovra delle finestre ad anta e ribalta (anta-wasistass) devono essere dotate della sicurezza contro l'errata manovra, onde evitare lo scardinamento dell'anta. I vetri dovranno essere posti sui serramenti rispettando tassativamente le norme UNI 6534/74 e verificati alla pressione massima del vento di 60 Kg/m^2.

La sigillatura tra i telai fissi metallici ed il contesto edilizio adiacente sarà eseguita impiegando sigillanti al silicone o al Thiokol, nel rispetto

delle istruzioni del fabbricante, avendo cura di realizzare giunti di larghezza non inferiore a 3 mm. e non superiore a 7 mm., con profondità minima di 6 mm. Il cordone di sigillatura dovrà essere supportato da apposito materiale di riempimento inerte, elastico ed a celle chiuse.
Nella posa in opera di telai termicamente isolati, sarà compito del fornitore porre in essere tutti gli accorgimenti necessari ad evitare che i controtelai oppure le lastre di marmo o, comunque, i componenti adiacenti formino ponte termico tra le parti isolate annullando così l'efficacia della barriera termica. La continuità perimetrale delle guarnizioni complementari di tenuta dovrà essere assicurata mediante l'impiego di particolari in materiale plastico e listelli in lana sintetica da impiegare negli angoli delle ante e nei punti d'incontro tra le ante stesse, in basso ed in altro. Gli infissi forniti dovranno garantire, documentate da certificato rilasciato da un istituto europeo autorizzato, prestazioni equivalenti alla seguente classificazione UNI:

- Tenuta all'aria UNI EN12207
- Tenuta all'acqua UNI EN12208
- Resistenza al vento UNI EN12210
- Resistenza alle sollecitazioni da utenza cicli 7000

Relativamente alla qualità dei materiali forniti, alla protezione superficiale ed alle prestazioni la Direzione dei Lavori si riserva la facoltà di controllo e di collaudo secondo le modalità ed i criteri previsti dalla UNI 3952-66 punto 5.
I serramenti dovranno essere offerti completi di inferriatine, cerniere, maniglie, serrature "Yale" alle porte, apparecchi e dispositivi di manovra.
I serramenti dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte secondo le prescrizioni della Direzione dei Lavori e conformi all'offerta, ai campioni ed ai disegni presentati dalla Ditta. Prima di procedere alla costruzione dei serramenti si dovrà presentare, per ogni tipo, un campione completamente finito ed apportare, se del caso, le necessarie modifiche ed aggiunte della Direzione dei Lavori.

24 Opere da vetraio

24.1 – Posa in opera di vetri
Per quanto riguarda la posa in opera, le lastre di vetro verranno normalmente assicurate negli appositi incavi dei vari infissi in legno con adatte puntine e mastice da vetraio (formato con gesso e olio di lino cotto), spalmando prima uno strato sottile di mastice sui margini verso l'esterno del battente nel quale deve collocarsi la lastra. Collocata questa in opera, saranno stuccati i margini verso l'interno col mastice ad orlo inclinato a 45°, ovvero si fisserà mediante regoletti di legno e viti. Potrà inoltre esser richiesta la posa delle lastre entro intelaiature ad incastro, nel qual caso le lastre, che verranno infilate dall'apposita fessura praticata nella traversa superiore dell'infisso, dovranno essere accuratamente fissate con spessori invisibili, in modo che non vibrino. Sugli infissi in ferro le lastre di vetro potranno essere montate o con stucco ad orlo inclinato, come sopra accennato, o mediante regoletti di metallo o di legno fissato con viti; in ogni caso si dovrà avere particolare cura nel formare un finissimo strato di stucco su tutto il perimetro della battuta dell'infisso contro cui dovrà appoggiarsi 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, formato da due lastre di vetro chiaro dello spessore di 2,2 mm, racchiudenti uno strato uniforme (dello spessore da 3 mm.) di feltro di fili e fibre di vetro trasparente, convenientemente disposti rispetto alla direzione dei raggi luminosi, racchiuso e protetto da ogni contatto con l'aria esterna mediante un bordo perimetrale di chiusura, largo da 10 a 15 mm., costituito da uno speciale composto adesivo resistente all'umidità. Lo stucco da vetraio dovrà sempre essere protetto con una verniciatura a base di minio ed olio cotto. Il collocamento in opera delle lastre di vetro, cristallo, etc. potrà essere richiesto a qualunque altezza ed in qualsiasi posizione, e dovrà essere completato da una perfetta pulitura delle due facce delle lastre stesse, che dovranno risultare perfettamente lucide e trasparenti. L'Impresa ha l'obbligo di controllare gli ordinativi dei vari tipi di vetri passatile dalla Direzione dei Lavori, rilevandone le esatte misure ed i quantitativi, e di segnalare a quest'ultima le eventuali discordanze, restando a suo completo carico gli inconvenienti di qualsiasi genere che potessero derivare dall'omissione di tale tempestivo controllo. Ogni rottura di vetri o cristalli, avvenuta prima della presa in consegna da parte della Direzione dei Lavori, sarà a carico dell'Impresa. Per l'esecuzione delle opere da vetraio nel rispetto delle norme UNI 6534 per la posa in opera, sono prescritte le seguenti condizioni:

- nel lavoro è compresa tanto la fornitura quanto la posa in opera dei rispettivi materiali di qualunque tipo;
- i vetri dovranno avere, come i cristalli e i mezzi cristalli, i requisiti già richiesti; inoltre gli spessori, salvo diversa prescrizione, saranno per i:
  1) vetri semplici, da 1.6 a 1.9 mm.;
  2) vetri semidoppi, da 2.7 a 3.2 mm.;
  3) mezzo cristalli, da 4 a 6 mm.;
  4) cristalli da 4 a 10 mm.;
  5) vetri martellati, rigati, non inferiori a 4 mm.;
  6) vetri speciali o vetrocamera, secondo quanto richiesto nell'elenco prezzi.
  7) vetri colorati, cattedrale, rigati, etc., dovranno soprattutto essere omogenei nella pasta e nel colore;
- il lavoro da vetraio dovrà essere eseguito tra la prima e la seconda mano di coloritura;
- le lastre saranno tagliate in modo che tutto all'ingiro resti in uno spazio di mm. 3 dall'incorniciatura;
- a lavoro finito, l'Appaltatore dovrà provvedere a sue spese a far pulire le lastre da ogni traccia di colore, siliconi, stucco od altro.

24.2 - Strutture in vetro-cemento e vetro-mattone
Nella costruzione di strutture in vetro-cemento armato, sia in orizzontale che in verticale che obliqui, si impiegheranno i diffusori di vetro ricotto, a tazza, o blocchetto a camera d'aria, con pianta quadrata o rettangolare. Le lastre di vetrocemento, eseguite fuori opera od in opera, risultano dalla composizione di diffusori regolarmente disposti con o senza formelle in plastica ed annegati in getto di calcestruzzo armato a 400 kg di cemento R 325 per m^3 d'impasto; le costolature fra i diffusori devono essere di sezione costante, prestabilita, salvo il caso che prescrizioni particolari impongano di modificarla per la esatta ripartizione dei diffusori nelle varie piastre, la variazione di larghezza delle costole non deve comunque mai essere inferiore al 10% rispetto a quella prestabilita. Competono al vetrocementista la fornitura dei diffusori, delle formelle metalliche occorrenti per il getto, di quelle in plastica da mantenere in opera per mascheratura del cemento, gli inerti, i leganti, il ferro di armatura, il getto di calcestruzzo e della piastra, la sua rifinitura e lisciatura finali in opera. Per le lastre gettate fuori opera, la formazione del piano di getto è di competenza del vetrocementista, mentre la posa in opera è di competenza dell'Imprenditore edile. Per le lastre gettate in opera, competono al vetrocementista le prestazioni di cui sopra, ad eccezione del cassero, impalcati, ponteggi occorrenti, che rientrano nelle assistenze murarie a carico dell'Imprenditore edile. Il vetrocemento si computa a metro quadrato di lastra misurata tra i fili esterni dei diffusori estremi.

24.3 - Opere in vetrocemento armato
Nella costruzione di strutture in vetrocemento armato, che dovranno essere realizzate da Ditte specializzate, si dovranno seguire tutte le norme già citate per le opere in cemento armato, oltre le cure e gli speciali accorgimenti che sono particolari delle costruzioni in oggetto. Si dovrà pertanto impiegare, per le nervature in cemento armato, un conglomerato cementizio formato con ghiaietta finissima e sabbia scelta di marrana,

dosato con almeno 4 q.li di cemento Portland salvo l'uso di impasti più ricchi in legante o l'impiego di cemento ad alta resistenza qualora i calcoli statici o prove pratiche su cubetti ne dimostrino la necessità. I diffusori, tanto piani che cavi, di forma quadrata o tonda, dovranno essere di vetro speciale e dello spessore stabilito nell'elenco prezzi. Le strutture di copertura saranno di norma del tipo a soletta nervata, in cui gli elementi in vetro risultino annegati in un reticolo di nervature sporgenti sotto la faccia inferiore del diffusore ed arrotondate inferiormente in modo da opporre il minimo ostacolo al passaggio dei raggi luminosi obliqui, oppure del tipo a soletta piena in cui i diffusori, del tipo a bicchiere rovesciato, hanno lo stesso spessore della soletta. Tali strutture potranno essere richieste tanto in piano che in pendenza, a schiena d'asino o centinate, a curva, a cupola, etc. ed in genere saranno transitabili. A disarmo avvenuto le nervature sporgenti dovranno essere accuratamente intonacate con malta di composizione eguale a quella del getto, seguendo esattamente la loro sagoma in modo da risultare a superficie liscia, regolare e perfettamente rifinita. Gli elementi di vetro potranno essere richiesti con la faccia inferiore munita di prismi di vario tipo, per la diffusione uniforme della luce o per la sua deviazione in una direzione. Potranno richiedersi inoltre pareti verticali, eseguite come sopra tanto a nervature di calcestruzzo sporgenti da un lato, quanto a doppia superficie piana. In tutti i casi si dovrà avere cura particolare nella scelta degli elementi di vetro in rapporto ai requisiti particolari cui deve rispondere l'opera nei dettagli costruttivi degli appoggi sulle strutture circostanti di sostegno, nel fissare i giunti di dilatazione, ma soprattutto nell'assicurare l'eventuale impermeabilizzazione, sia con adatte sostanze aggiunte al conglomerato, sia con uno strato superiore di cemento plastico o di speciali mastici bituminosi, da stendere sulla faccia superiore della struttura e nei collegamenti perimetrali. I carichi accidentali da considerare nella progettazione delle varie strutture saranno fissati dalla Direzione dei Lavori, alla cui approvazione dovrà essere inoltre sottoposto il progetto, completo dei calcoli statici, delle opere stesse, redatto come stabilito per le normali opere in cemento armato. L'Impresa sarà responsabile dell'imperfetta esecuzione delle opere in oggetto e dovrà eseguire a sua cura e spese ogni riparazione ed anche il completo rifacimento di quelle che non rispondessero ai requisiti sopra descritti e in modo speciale che non comportassero perfetta impermeabilità all'acqua piovana.

25 Tinteggiature

25.1 - Norme generali

a) Attrezzatura

Tutta l'attrezzatura che si prevede di usare per le operazioni di verniciatura o di tinteggiatura deve essere sottoposta all'approvazione della Direzione dei Lavori. I pennelli e i rulli devono essere del tipo, della superficie e delle dimensioni adatte alle vernici che si impiegheranno e al tipo di lavoro che si sta eseguendo e non dovranno lasciare impronte. L'attrezzatura per la verniciatura a spruzzo (air-less) deve essere corredata da pistole di tipo idoneo a ogni singolo impiego. Tutta l'attrezzatura infine deve essere mantenuta sempre in ottime condizioni di funzionamento. Si raccomanda perciò la pulizia più accurata per il successivo riutilizzo.

b) Campionature

L'appaltatore dovrà predisporre dei campioni dei supporti, possibilmente dello stesso materiale, sul quale saranno applicati i prodotti vernicianti o pitture con i trattamenti secondo i cicli previsti in più tonalità di tinte, per consentire alla direzione dei lavori di operare una scelta.
Secondo le disposizioni impartite, si dovrà completare un pannello, un tratto di muratura o un locale completo. La totalità del lavoro potrà procedere solo dopo l'approvazione della direzione dei lavori.
L'elemento scelto come campione servirà come riferimento al quale si dovrà uniformare l'intera opera da eseguire.

c) Preparazione delle superfici

Le operazioni di tinteggiatura o di verniciatura devono essere precedute da un'accurata preparazione delle superfici interessate (asportazione di carta da parati, asportazione di tempere, carteggiatura, lavaggio sgrassante, lavatura, neutralizzazione, rasatura, raschiature, maschiettatura, sabbiatura e/ scrostatura, spolveratura, spazzolatura, stuccature, levigature, ecc.), con sistemi idonei ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.

d) Stato delle superfici murarie e metalliche

Le superfici murarie nuove devono essere prive di qualsiasi residuo di lavorazione precedente a quello del rivestimento protettivo o decorativo.
Le superfici metalliche nuove devono essere prive di calamina, ruggine, incrostazioni di malta, grassi, residui oleosi o untuosi e non essere trattati con pitture di fondo antiruggine o wash primer.
Le superfici dei manufatti lignei devono essere prive di tracce di residui untuosi o di pitture di fondo, nonché prive di fessurazioni e irregolarità trattate con mastici o stucchi non idonei.

e) Preparazione dei prodotti

La miscelazione e la posa in opera di prodotti monocomponenti e bicomponenti deve avvenire nei rapporti, nei modi e nei tempi indicati dalle schede tecniche rilasciate dal produttore onde evitare alterazioni del prodotto. Le operazioni di tinteggiatura o di verniciatura devono essere precedute da un'accurata preparazione delle superfici interessate (asportazione di carta da parati, asportazione di tempere, carteggiatura, lavaggio sgrassante, lavatura, neutralizzazione, rasatura, raschiature, maschiettatura, sabbiatura e/ scrostatura, spolveratura, spazzolatura, stuccature, levigature, ecc.), con sistemi idonei ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro. Le superfici murarie nuove devono essere prive di qualsiasi residuo di lavorazione precedente a quello del rivestimento protettivo o decorativo. Le superfici dei manufatti lignei devono essere prive di tracce di residui untuosi o di pitture di fondo, nonché prive di fessurazioni e irregolarità trattate con mastici o stucchi non idonei.
La miscelazione e la posa in opera di prodotti monocomponenti e bicomponenti deve avvenire nei rapporti, nei modi e nei tempi indicati dalle schede tecniche rilasciate dal produttore onde evitare alterazioni del prodotto.

25.2 - Tinteggiatura con pittura alla calce

Le pareti da tinteggiare devono essere preventivamente trattate con una mano di latte di calce. La tinta a calce, prima dell'impiego, deve essere passata attraverso un setaccio molto fine, onde eliminare granulosità e corpi estranei. Per ottenere il fissaggio deve essere mescolata alla tinta, nelle proporzioni indicate dal fabbricante, colla a base di acetato di polivinile. Successivamente deve essere applicata a pennello la prima mano di tinta, mentre la seconda mano deve essere data a mezzo di pompa. Le tinteggiature a calce non devono essere applicate su pareti con finitura a gesso. Le pareti tinteggiate non devono presentare, neppure in misura minima, il fenomeno di sfarinamento e spolverio.

25.3 - Tinteggiatura a colla e gesso

La tinteggiatura di pareti a colla e gesso comprende le seguenti fasi:

- spolveratura e ripulitura delle superfici;
- prima stuccatura a gesso e colla;
- levigamento con carta vetrata;
- spalmatura di colla temperata;
- rasatura dell'intonaco e ogni altra idonea preparazione;
- applicazione di due mani di tinta a colla e gesso.

La tinteggiatura può essere eseguita a mezze tinte oppure a tinte forti e con colori fini.

25.4 - Tinteggiatura a tempera

La tinteggiatura a tempera, in tinta unica chiara, su intonaco civile, a calce o a gesso, richiede:

- la preparazione accurata del supporto mediante spazzolatura con raschietto e spazzola di saggina, per eliminare corpi estranei quali

grumi, scabrosità, bolle, alveoli, difetti di vibrazione;
- la preparazione accurata del supporto mediante spazzolatura con stuccatura di crepe e cavillature, per ottenere omogeneità e continuità delle superfici da imbiancare e tinteggiare;
- l'imprimitura a uno strato di isolante a base di resine acriliche all'acqua data a pennello;
- il ciclo di pittura costituito da strato di fondo e strato di finitura con pittura a tempera, dati a pennello o a rullo.

25.5 - Tinteggiatura con idropittura a base di cemento
Questo tipo di tinteggiatura deve essere eseguito direttamente sull'intonaco o su calcestruzzo, previa accurata pulizia delle superfici.
La tinteggiatura deve essere eseguita a due mani. L'applicazione non può essere eseguita su superfici già tinteggiate a calce se non previa rimozione di questa.

25.6 - Tinteggiatura con idropittura a base di resine sintetiche
Deve essere anzitutto applicata, sulle superfici da trattare, una mano di fondo isolante, impiegando il prodotto consigliato dal produttore.
Dopo la completa essiccazione della mano di preparazione, si deve procedere all'applicazione delle due mani di tinta, intervallate l'una dall'altra di almeno 12 ore. L'applicazione può essere eseguita sia a pennello che a rullo.
Lo spessore minimo dello strato secco per ciascuna mano deve essere di 20 microns per gli interni e di 35 microns per gli esterni.

25.7 - Tinteggiatura con pittura acrilica monocomponente in dispersione acquosa. Applicazione a rullo di lana o pennello
La tinteggiatura con pittura acrilica monocomponente in dispersione acquosa deve rispettare le seguenti fasi:
- eventuale raschiatura delle vecchie superfici mediante spazzola metallica, asportazione dell'eventuale muffa presente e residui persistenti di precedenti pitture;
- eventuale lavaggio delle superfici con soluzioni di ipoclorito di sodio o soda. Qualora le superfici si presentassero particolarmente invase da funghi e muffe, occorrerà trattare le stesse con una soluzione disinfettante data in due mani;
- eventuale applicazione di una mano di primer acrilico al solvente ad alta penetrazione sulle superfici fortemente sfarinanti;
- applicazione di una prima mano diluita in dispersione acquosa al 15%;
- applicazione di mano a finire diluita in dispersione acquosa al 15%. Lo spessore del film essiccato (due mani) dovrà essere di minimo 50 microns.

25.8 - Tinteggiatura con idropittura opaca coprente naturale per interni
La tinteggiatura con idropittura opaca coprente naturale per interni, altamente traspirante, adatta per tutte le superfici murali, vecchie e nuove, composta da albume, latte, carbonati di calcio e altre polveri naturali, deve essere effettuata mediante preparazione del supporto con spazzolatura e pulizia della superficie. Prima dell'applicazione, se l'intonaco è asciutto, è necessario inumidire la superficie con acqua. Infine, occorre applicare minimo due mani a pennello, diluendo con circa il 15-25% di acqua.

25.9 - Tinteggiatura con pittura a base di silicati di potassio
La tinteggiatura con pittura a base di silicati di potassio e pigmenti selezionati, per esterni, a due strati in tinta unita chiara su intonaco civile esterno richiede:
- la preparazione del supporto mediante spazzolatura con raschietto e spazzola di saggina per eliminare corpi estranei quali grumi, scabrosità, bolle, alveoli e difetti di vibrazione;
- la preparazione del supporto mediante spazzolatura con stuccatura di crepe e cavillature, per ottenere omogeneità e continuità delle superfici da imbiancare e tinteggiare;
- l'imprimitura a uno strato di isolante a base di resine acriliche all'acqua dato a pennello;
- il ciclo di pittura con pittura a base di silicati, costituito da strato di fondo dato a pennello e strato di finitura dato a rullo.

25.10 - Applicazione di idrorepellente protettivo su intonaco civile esterno
L'applicazione di idrorepellente protettivo - a uno strato dato a pennello - del tipo vernice siliconica in solvente o soluzione di strato di alluminio in solvente - data su intonaco civile esterno - su rivestimento in laterizio e simili e su calcestruzzo a vista, per renderli inattaccabili agli agenti atmosferici e stabilizzarne sia il colore che la resistenza superficiale allo sbriciolamento, richiede:
- la preparazione del supporto con spazzolatura, per eliminare i corpi estranei e la polvere.
- il ciclo di pittura idrorepellente, costituito da uno o più strati dati a pennello.

26 Verniciature

26.1 - Norme generali
L'applicazione dei prodotti vernicianti non deve essere effettuata su superfici umide. L'intervallo di tempo fra una mano e la successiva deve essere - salvo diverse prescrizioni - di 24 ore, la temperatura ambiente non deve superare i 40 °C e la temperatura delle superfici dovrà essere compresa fra i 5 e 50 °C, con un massimo di 80% di umidità relativa. In generale, ogni strato di pittura deve essere applicato dopo l'essiccazione dello stato precedente e comunque secondo le esigenze richieste dagli specifici prodotti vernicianti impiegati. La verniciatura, soprattutto per le parti visibili, non deve presentare colature, festonature e sovrapposizioni anormali. Le modalità di applicazione possono essere a pennello e a spruzzo. Nell'applicazione a pennello ciascuna mano deve essere applicata pennellando in modo che aderisca completamente alla superficie. La vernice deve essere tirata in maniera liscia e uniforme, senza colature, interruzioni, bordi sfuocati o altri difetti e in modo da risultare compatta e asciutta prima che venga applicata la seconda mano. Bisognerà osservare il tempo minimo indicato dal produttore per l'applicazione fra una mano e l'altra. L'applicazione a spruzzo deve essere effettuata prima in un senso e quindi nel senso opposto, fino a coprire tutta la superficie. La vernice che deve essere impiegata dovrà essere solo del tipo a spruzzo. Si dovranno ricoprire opportunamente le superfici circostanti, perché non si abbiano a sporcare altri manufatti. Le opere di verniciatura su manufatti metallici devono essere precedute da accurate operazioni di pulizia (nel caso di elementi esistenti) e rimozione delle parti ossidate. Deve quindi essere applicata almeno una mano di vernice protettiva e un numero non inferiore a due mani di vernice del tipo e del colore previsti fino al raggiungimento della completa uniformità della superficie.
Nelle opere di verniciatura eseguite su intonaco, oltre alle verifiche della consistenza del supporto e alle successive fasi di preparazione, si deve attendere un adeguato periodo, fissato dalla direzione dei lavori, di stagionatura degli intonaci, trascorso il quale si può procedere all'applicazione di una mano di imprimitura (eseguita con prodotti speciali) o di una mano di fondo più diluita alla quale seguiranno altre due mani di vernice del colore e delle caratteristiche fissate. Qualunque tinteggiatura, coloritura o verniciatura dovrà essere preceduta da una conveniente ed accuratissima preparazione delle superfici, e precisamente da raschiature, scrostature, eventuali riprese di spigoli e tutto quanto occorre per uguagliare le superfici medesime. Successivamente le dette superfici dovranno essere perfettamente levigate con carta vetrata e, quando trattasi di coloriture o verniciature, nuovamente stuccate, quindi 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. 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 Direzione dei Lavori e non sarà ammessa alcuna distinzione tra colori ordinari e colori fini, dovendosi in ogni caso fornire i materiali più fini e delle migliori qualità.

Le successive passate di coloriture ad olio e verniciature 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'impresa non sia in grado di dare la dimostrazione del numero di passate effettuate, la decisione sarà a sfavore dell'Impresa stessa. Comunque essa ha l'obbligo, dopo l'applicazione di ogni passata e prima di procedere all'esecuzione di quella successiva, di farsi rilasciare dal personale della Direzione dei Lavori una dichiarazione scritta. Prima d'iniziare le opere da pittore, l'Impresa ha inoltre l'obbligo di eseguire nei luoghi e con le modalità che le saranno prescritti, i campioni dei vari lavori di rifinitura, sia per la scelta delle tinte che per il genere di esecuzione, e di ripeterli eventualmente con le varianti richieste, sino ad ottenere l'approvazione della Direzione dei Lavori. Essa dovrà infine adottare ogni precauzione e mezzo atti ad evitare spruzzi o macchie di tinte o vernici sulle opere finite (pavimenti, rivestimenti, infissi, etc.), restando a suo carico ogni lavoro necessario a riparare i danni eventualmente arrecati.

26.2 - Verniciatura a smalto (tradizionale)
Prima di applicare lo smalto, si deve procedere alla stuccatura, per eliminare eventuali difetti che, pur essendo di limitatissima entità e rientranti nelle tolleranze, possono essere presenti sulle superfici dei manufatti. Le parti stuccate, dopo accurata scartavetratura, devono essere ritoccate con lo smalto.
Si applica successivamente la prima mano di smalto e, dopo la completa essicazione di questa, la seconda mano. La tonalità di colore di ciascuna mano deve essere differente, in modo da permettere l'agevole accertamento del numero delle passate applicate.
Lo spessore dello strato secco di ciascuna mano non deve essere inferiore a 25 micron.
Deve essere evitato ogni danneggiamento alle superfici verniciate dipendente da distacchi di lembi dello strato di vernice, in conseguenza di aderenza delle varie superfici fra loro, come, ad esempio, fra i battenti mobili e i telai fissi di serramenti.

26.3 - Verniciatura con smalto epossidico su pareti in blocchi di calcestruzzo o su superfici di calcestruzzo lisce o intonacate
La verniciatura con smalto epossidico deve rispettare le seguenti fasi:
- applicazione a pennello di prodotto passivante del cemento;
- rasatura di tutte le superfici con stucco compatibile alle resine epossidiche impiegate;
- applicazione a pennello di una mano di fondo epossidico di colore neutro e per uno spessore di 30 micron;
- applicazione ad air-less o a pennello di una prima mano di smalto epossidico per uno spessore di 35 micron;
- applicazione ad air-less di una mano a finire di smalto epossidico, del colore stabilito dai disegni, a finitura lucida e per uno spessore minimo di 30 micron.

26.4 - Verniciatura con smalto a base di caucciù ciclizzata delle superfici di calcestruzzo lisce o intonacate
La verniciatura con smalto a base di caucciù delle superfici di calcestruzzo lisce o intonacate deve rispettare le seguenti fasi:
- applicazione a pennello di prodotto passivamente;
- rasatura parziale dei fori di evaporazione sulle superfici in calcestruzzo;
- applicazione ad air-less o a pennello di una mano di fondo di colore neutro di vernice base pliolite, per uno spessore di 25 micron;
- applicazione ad air-less o a pennello di una mano di vernice a base pliolite a finitura opaca, nei colori indicati sui disegni e per uno spessore di 35 micron;
- applicazione ad air-less o a pennello di una mano a finire di vernice a base pliolite a finitura opaca, nei colori indicati sui disegni e per uno spessore di 35 micron.

26.5 - Verniciatura protettiva di serramenti, telai metallici e tutte le esistenti opere in ferro che non siano trattate con antiruggine
La verniciatura protettiva di serramenti, telai metallici e tutte le esistenti opere in ferro che non siano preverniciate o trattate con antiruggine deve rispettare le seguenti fasi:
- spazzolatura con spazzole metalliche per asportare ruggine, calamina, sporcizia e sostanze grasse, malte, calcestruzzo o vecchie verniciature;
- applicazione a pennello di un primo strato di antiruggine al minio oleofenolico o cromato di zinco;
- applicazione di un secondo strato di antiruggine al minio oleofenolico o cromato di zinco, a 48 ore di distanza, sempre a pennello (in totale, le due mani dovranno dare una pellicola di minimo 50 micron);
- applicazione di una prima mano di smalto sintetico, dato a pennello per uno spessore minimo di 30 micron;
- applicazione di una mano a finire di smalto sintetico, dato a pennello per uno spessore minimo di 30 micron.

Per le opere in ferro che sono fornite con la prima mano di antiruggine già applicata, il ciclo di verniciatura deve essere limitato all'applicazione della seconda mano di antiruggine e di stuccatura e di due mani di smalto sintetico.

26.6 - Verniciatura di opere in ferro, prezincate o comunque zincate a bagno
La verniciatura di opere in ferro, prezincate o comunque zincate a bagno, deve rispettare le seguenti fasi:
- decapaggio delle opere eseguite con panni imbevuti di solvente approvato;
- asportazione con panno asciutto della patina lasciata dal solvente, da eseguire dopo due ore;
- applicazione a pennello di una mano di wash-primer passivante della zincatura;
- applicazione a pennello di una prima mano di copertura con smalto sintetico per uno spessore minimo di 30 micron;
- applicazione a pennello di una mano a finire di smalto sintetico per uno spessore minimo di 30 micron.

26.7 - Opere in ferro inserite nelle murature e opere varie in acciaio, verniciate con smalto poliuretanico
La verniciatura di opere in ferro inserite nelle murature e opere varie in acciaio deve rispettare le seguenti fasi:
- accurata pulizia delle opere eseguita con panno imbevuto di solvente approvato;
- asportazione con panno asciutto della patina lasciata dal solvente, da eseguire dopo due ore;
- applicazione a pennello di una mano di primer senza alcuna diluizione;
- applicazione, a pennello o con spruzzo di air-less, di una prima mano di smalto poliuretanico per uno spessore minimo di 30 micron;
- applicazione a pennello di una mano a finire di smalto poliuretanico per uno spessore minimo di 30 micron.

26.8 - Serramenti in ferro zincato interni ed esterni (già forniti con una mano di wash-primer) verniciati con smalto poliuretanico
La verniciatura di serramenti in ferro zincato interni ed esterni deve rispettare le seguenti fasi:
- pulizia della superficie zincata eseguita con panno imbevuto di prodotto non solvente del wash-primer;
- ritocchi a pennello con wash-primer passivante della zincatura, dove questa risulti deteriorata;
- applicazione a pennello di una prima mano di smalto poliuretanico per uno spessore minimo di 30 micron;
- applicazione a pennello di una mano a finire di smalto poliuretanico per uno spessore minimo di 30 micron.

26.9 - Solai in lamiera grecata verniciati con smalto acrilico
La verniciatura di solai in lamiera grecata deve rispettare le seguenti fasi:
- decapaggio della superficie zincata eseguito con panno imbevuto di solvente approvato;

- asportazione con panno asciutto della patina lasciata dal solvente, da eseguire dopo due ore;
- applicazione ad airless di una mano di wash-primer passivante della zincatura;
- applicazione ad airless di una prima mano di smalto acrilico a finitura satinata per uno spessore minomi di 40 micron;
- applicazione ad air-less di una mano a finire di smalto acrilico a finitura satinata per uno spessore minimo di 40 micron.

26.10 - Sola applicazione dell'antiruggine
La prima mano di antiruggine, a base di minio oleofenolico o cromato di zinco, deve essere applicata dopo aver preparato adeguatamente le superfici da verniciare. Sulle parti non più accessibili dopo la posa in opera, deve essere preventivamente applicata anche la seconda mano di antiruggine. La seconda mano di antiruggine deve essere applicata dopo la completa essiccazione della prima mano, previa pulitura delle superfici da polvere e altri imbrattamenti, e l'esecuzione di ritocchi agli eventuali danneggiamenti verificatisi durante la posa in opera.
Lo spessore dello strato secco di ciascuna mano non deve essere inferiore a 25 micron. La tonalità di colore di ciascuna mano deve essere differente, in modo da permettere l'agevole accertamento dell'effettivo numero delle passate applicate.

26.11 - Opere esterne in ferro e profilati in genere annegati in getti di calcestruzzo (ferri Bauer o Alfen o similari, comprese tubazioni)
La verniciatura di opere esterne in ferro e profilati, in genere annegati in getti di calcestruzzo, deve rispettare le seguenti fasi:

- spazzolatura con spazzole metalliche per asportare ruggine, calamina, sporcizia, sostanze grasse, calcestruzzo;
- applicazione a pennello di un primo strato di antiruggine al minio di piombo;
- applicazione di un secondo strato di antiruggine al minio di piombo a 48 ore di distanza, sempre a pennello;
- applicazione di una prima mano di smalto sintetico, dato a pennello, per uno spessore minimo di 30 micron;
- applicazione di una mano a finire di smalto sintetico, dato a pennello, per uno spessore minimo di 30 micron.

26.12 - Protezione con vernice intumescente delle strutture metalliche portanti in acciaio
Se richiesto, le strutture metalliche portanti in acciaio dovranno essere rivestite con vernice intumescente resistente al fuoco secondo le seguenti fasi:

- preparazione delle superfici con sabbiature;
- applicazione di strato zincante inorganico dello spessore di 70-75 micron. L'applicazione deve essere effettuata in ambienti con umidità relativa non superiore all'80% e temperature comprese tra + 5 °C e + 40 °C;
- applicazione di vernice intumescente negli spessori necessari tali da garantire la classe di resistenza prescritta, in relazione al tipo di struttura da proteggere. Gli spessori da utilizzare dovranno essere quelli dichiarati dal produttore nelle schede tecniche.
- applicazione di una mano finale impermeabilizzante costituita da strato di pittura in emulsione acrilica pigmentata dello spessore di 30-40 micron, data a pennello, rullo o airless.

L'appaltatore deve fornire appropriata certificazione riguardante i materiali e le modalità di posa, relativamente alla capacità di resistenza al fuoco della protezione realizzata.

27 Pavimentazioni interne

27.1 - Sottofondi per pavimentazioni in genere
Il piano destinato alla posa di un qualsiasi tipo di pavimento dovrà essere opportunamente spianato mediante un sottofondo in guisa che la superficie di posa risulti regolare e parallela a quella del pavimento da eseguire ed alla profondità necessaria. Il sottofondo potrà essere costituito, a seconda che verrà ordinato dalla Direzione dei Lavori, da un massetto di conglomerato cementizio (caldana) o da un gretonato, dello spessore di circa cm. 6, che dovrà essere gettato in opera a tempo debito per essere lasciato stagionare per almeno 10 giorni. Prima della posa in opera del pavimento le lesioni eventualmente manifestatesi nel sottofondo saranno riempite e stuccate con un beverone di calce o cemento.

27.2 - Pavimenti in battuto di cemento
Sul massetto di conglomerato cementizio verrà disteso uno strato di malta cementizia grassa dello spessore di 2 cm. ed un secondo strato di assoluto cemento dello spessore di 2 mm., lisciato a cazzuola rovescia o con idonea macchina elicoidale, rigato o rullato secondo quanto prescriverà la Direzione dei Lavori. Potrà essere chiesta una idonea spruzzatura di sabbia quarzosa superficiale ed ossidi di vari colori, secondo le prescrizioni dell'elenco prezzi.

27.3 - Pavimenti in graniglia alla "veneziana"
Il sottofondo sarà eseguito in malta di cemento a q.li 4.00 di spessore non inferiore a 2.00 cm. Verrà quindi steso un secondo strato di malta di cemento opportunamente colorato, misto a sabbia nella proporzione di Kg. 500 per m^3, spessore minimo 1.50 cm., nel quale sarà seminata a disegni o figure geometriche la graniglia di marmo scelto; detto strato sarà battuto a rifiuto e rullato. Per pavimenti a disegno di diverso colore, la gettata della malta colorante sarà effettuata adottando opportuni accorgimenti perchè il disegno risulti ben delineato con contorni netti e senza soluzioni di continuità nella massa.
Le qualità dei colori dovranno essere adatte all'impasto e non crearvi disgregazioni; i marmi, in scaglie tra 10 mm. e 25 mm. dovranno essere non gessosi e di qualità il più possibile omogeneamente dura; fasce e 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 un'ulteriore mano di cera.

27.4 - Pavimenti in "palladiana"
Su di un normale sottofondo già allestito si distenderà uno strato di malta cementizia normale, per lo spessore minimo di 1,5 cm. verranno posti a mano pezzami di marmo colorato di varie qualità, di dimensioni e forme atte allo scopo e precedentemente approvati e scelti dalla Direzione dei Lavori e disposti in modo da ridurre al minimo, per quanto possibile, gli interspazi di cemento; su tale strato di pezzami di marmo venga circondato da tutti i lati dalla malta stessa. Il tutto sarà poi nuovamente rullato; verrà eseguita una duplice arrotatura a macchina con mole di carborundum di grana grossa e fine ed eventualmente lucidati a piombo.

27.5 - Pavimenti in maiolica, cottoforte, cotto, grès rosso e fine, klinker, terraglia dolce e forte, monocottura
Sul massetto in conglomerato cementizio, si distenderà uno strato di malta cementizia magra delle spessore di 2 cm., 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 dei Lavori. Le mattonelle saranno quindi rimosse e ricollocate in opera con malta liquida di puro cemento, e premute in modo che la malta riempia e sbocchi dalle connessure che verranno stuccate di nuovo con malta liquida di puro cemento distesavi sopra ed infine la superficie sarà pulita e tirata a lucido con segatura bagnata e quindi con cera. Le mattonelle greificate, prima del loro impiego, dovranno essere bagnate per immersione. Ad ogni modo, poi, la posa del materiale dovrà essere conforme alle indicazioni fornite dalle varie case costruttrici, alle norme CEN sulla ceramica e alle norme UNI 6872-71 relativamente al grès, prescrizioni che si intendono integralmente trascritte.

27.6 - Pavimenti in mattonelle di cemento

I pavimenti in mattonelle saranno posati sopra letto di malta cementizia normale distesa sopra il massetto pigiandoli finchè la malta rifluisce dalle connessure. Le connessure dovranno essere stuccate con cemento e la loro larghezza non deve superare 1 mm.; avvenuta la presa della malta i pavimenti saranno arrotati con pietra pomice ed acqua o con mole di carborundum o arenaria, a seconda del tipo, e quelli in graniglia saranno spalmati in un secondo tempo con una mano di cera, se richiesto dalla Direzione dei Lavori.

27.7 - Pavimenti in lastre di marmo

I marmi possono venire posati su strato di allettamento cementizio o incollati direttamente al supporto; lo strato di allettamento può essere usualmente costituito da una stesura di malta normale di cemento con aggiunta di calce grezza in ragione di 0,1 m^3 per m^3 di impasto.

I procedimenti di lucidatura e levigatura in opera devono necessariamente venire differiti nel tempo rispetto alla posa onde evitare che tali trattamenti, che prevedono normalmente l'impiego di forti quantità di acqua e fango, possano provocare degradi alla superficie lucidata così come alla superficie muraria al contorno. Alla posa con collante (normalmente composto da impasto di cemento e resine idrosolubili) possono venire facilmente assoggettati i rivestimenti a "tutto marmo".

In questi casi, dato il ridotto spessore dello strato di collegamento impiegato (3-4 mm) si deve operare su sottofondi particolarmente livellati e comunque resistenti, in grado di assorbire le sollecitazioni derivanti dai carichi cui la pavimentazione verrà sottoposta in fase di esercizio.

Nelle situazioni previste in modelli risolutivi isolati termicamente o acusticamente, lo strato di supporto della pavimentazione lapidea dovrà essere costituito non da un semplice strato di livellamento, ma da un vero e proprio strato di ripartizione dei carichi. Nel caso di pavimentazione con rivestimento lapideo posato su strato legante cementizio con tecnica convenzionale, non si deve trascurare l'esigenza di frazionare la pavimentazione con giunti di dilatazione estesi a tutto lo spessore dello strato di allettamento, in campi non superiori ai m^2 di superficie; da ridurre ulteriormente nel caso di pavimentazioni contenenti impianti di riscaldamento di tipo radiante.

27.8 - Pavimenti in legni detti a parquet e quelli in listoni detti alla marinara

I pavimenti a parquet dovranno essere eseguiti con legno di prima scelta ben stagionato e profilato di tinta e fibra uniformi. Le dogarelle dovranno essere unite a maschio e femmina e posare sopra un'orditura di listelli di legno di dimensione e interasse che verranno indicati di volta in volta dalla Direzione dei Lavori. In ogni caso l'interasse dei listelli non dovrà superare i 35 cm. L'orditura di listelli sarà fissata al sottofondo mediante grappe di ferro opportunamente murate. Lungo il perimetro degli ambienti dovrà collocarsi una cornicetta di legno all'unione tra pavimento e parete. L'altezza minima della cornicetta dovrà essere di 3 cm. La posa in opera si effettuerà solo dopo il completo prosciugamento del sottofondo. Le precauzioni da adottarsi in questi casi consigliano di evitare la posa in presenza di valori di umidità del supporto superiori al 14%.

Accanto allo strato di supporto vero e proprio dovranno inoltre venire analizzate anche natura e condizioni degli strati sottostanti, con particolare riferimento ad eventuali strati di livellamento, frequentemente realizzati in impasti di calcestruzzo particolarmente porosi ed imbibibili o allo stesso impalcato strutturale anch'esso costituito da alleggerimenti con cavità molto adatte a ritenere l'acqua di costruzione.

È necessario quindi evitare in ogni modo il contatto della pavimentazione con gli elementi umidi del sistema attraverso l'impiego di strati separatori continui posati al di sotto dello strato di supporto. Per tali strati occorre seguire alcune prescrizioni quali: saldatura tra i teli, risvolti in corrispondenza di elementi verticali (pilastri) o in corrispondenza di attraversamenti impiantistici.

Accanto a queste misure d'ordine generale, andranno collocate scelte specifiche rivolte a consentire, perimetralmente al sistema di pavimentazione, il recupero degli incrementi dimensionali dovuti alla eventuale dilatazione attraverso la realizzazione dei giunti di dilatazione, o alla eliminazione di possibili attrezzamenti impiantistici nel supporto con particolare riferimento alle canalizzazioni, per le quali può essere prevedibile l'innesco di fenomeni di condensazione superficiale.

La posa dovrà essere fatta a perfetta regola d'arte, senza discontinuità, gibbosità od altro; le doghe saranno disposte a spina di pesce con l'interposizione di bindelli fra il campo e la fascia di quadratura.

I pavimenti di parquet dovranno essere lavati e lucidati con doppia spalmatura di cera, da eseguirsi l'una a lavoro ultimato, l'altra all'epoca che sarà fissata dalla Direzione dei Lavori.

27.9 - Pavimenti in gomma, in resina viniliche ed in linoleum

Speciale cura si dovrà adottare per la preparazione dei sottofondi costituiti da un impasto di cemento e sabbia nel dosaggio prescritto dalla Direzione dei Lavori; la superficie dovrà essere perfettamente piana e liscia, togliendo gli eventuali difetti con stuccatura oppure con resine auto-livellanti da arrotare successivamente. L'applicazione del pavimento dovrà essere fatta su sottofondo perfettamente asciutto, meglio se protetto anche con speciale vernice antiumido. Tale operazione dovrà essere fatta da personale specializzato, usando idonei collanti, ed il pavimento dovrà essere incollato su tutta la superficie e non dovrà presentare rigonfiamenti o altri difetti di sorta.

Quando la pavimentazione debba essere applicato sopra 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 da 2 a 4 mm, sul quale verrà fissato il pavimento.

L'applicazione del linoleum dovrà essere fatta da operai specializzati, con mastice di resina o con altre colle speciali e dovrà essere incollato su tutta la superficie e non dovrà presentare rigonfiamenti o altri difetti di sorta.

La pulitura dei pavimenti 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 e successivamente dovrà poi essere asciugato passandovi sopra segatura asciutta e pulita e quindi strofinato con stracci imbevuti con olio di lino cotto.

27.10 - Pavimenti in legno per palestre

Verrà steso sul massetto in calcestruzzo precedentemente predisposto un foglio di polietilene dello spessore di 0.20 mm. con i lati dei teli sovrapposti di 20 cm. e saldati tra di loro. I travetti di abete verranno posati nel senso della larghezza dopo aver effettuato le giunzioni di testa in precedenza. Sotto ogni magatello verranno fissati mediante una graffa metallica inossidabile ad una distanza di 50 cm. ognuno i tasselli elastici. Successivamente verrà fissata la fila centrale di listoni speciali a doppia maschiatura di pavimento sportivo con interasse tra i magatelli di circa 345 mm.

I successivi listoni verranno fissati partendo dalla fila centrale e verranno a questi fissati usando chiodi da legno di 23-25 mm. di diametro e con lunghezza di 60 mm. senza testa.

A posa ultimata verrà effettuata la segnatura del campo da gioco, secondo quanto prescritto dalle normative vigenti. Asciugata completamente la segnatura dei campi, si procederà alla verniciatura ignifuga. Infine, dovrà essere posto in opera lo zoccolino perimetrale in faggio naturale massello. Il pavimento dovrà, quindi, essere conforme alla normativa DIN 18032 e possedere i seguenti requisiti minimi:

- capacità di assorbimento di forza 66%
- deformazione 1.90 mm.
- resistenza all'impatto 5 Nm.
- rimbalzo della palla 0.50%
- coefficiente d'attrito della superficie finita 0.50
- durezza Brinel 37 N/mm^2
- peso specifico 157 N/m^2

- portata minima 9810 N/m²

28 Giunti di dilatazione

28.1 - Giunti di dilatazione per pavimenti
Nelle pavimentazioni per interni devono essere inseriti giunti di dilatazione anche tra pavimento e rivestimento e in corrispondenza dei giunti strutturali verticali, collocati secondo i disegni progettuali o le ulteriori indicazioni del direttore dei lavori, per eliminare le tensioni provocate dalle dilatazioni termiche con conseguente distacco degli elementi posati. I giunti di dilatazione, prima della collocazione, devono essere accettati dalla Direzione dei Lavori. I giunti di dilatazione, che possono essere in alluminio, ottone o materiale plastico, non devono richiedere manutenzione. Per pavimentazioni soggette a intenso traffico pedonale, carrelli, lettighe, ecc., il giunto deve essere dotato di alette di fissaggio laterali che possano essere affogate nel collante al di sotto del rivestimento ceramico o in pietra naturale oppure direttamente nel massetto, nel caso si impieghino altri materiali da rivestimento quali per esempio moquette o linoleum.
I giunti di dilatazione devono assicurare la protezione anche gli spigoli delle piastrelle e devono evitare la propagazione del suono nel rivestimento e ridurre la trasmissione di rumori generati dal calpestio e dalle vibrazioni. Nelle pavimentazioni tradizionali degli ambienti residenziali possono essere impiegati giunti di dilatazione perimetrali realizzati con materiali comprimibili, come polistirene o poliuretano espanso, sigillati superiormente e ricoperti dai battiscopa. Il giunto di dilatazione per pavimenti (piastrelle, marmi, clinker, etc.) deve essere costituito da profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose. La guarnizione prima della collocazione deve essere ben lubrificata con una soluzione di acqua saponata. La sua installazione deve avvenire partendo da un'estremità del profilo metallico. Le guide del profilo devono essere pulite da polvere o altre eventuali impurità.

28.2 - Giunti di dilatazione per facciate, pareti e soffitti
Il giunto di dilatazione per facciate, pareti e soffitti da installare a faccia vista deve essere costituito da profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. Le alette del profilo metallico devono avere un sottostrato in neoprene cellulare per la compensazione delle irregolarità del piano d'appoggio.
La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da - 30 °C a + 120 °C, agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose. Le superfici dove appoggiano le alette del profilo devono essere piane, lisce e pulite. Le alette del profilo portante in alluminio devono essere fissate al piano d'appoggio con viti e tasselli a espansione a intervalli di 30 cm. su entrambi i lati. Negli ambienti interni il profilo può essere fissato con idoneo collante speciale. Nei raccordi testa a testa dei profili in alluminio deve essere lasciata una fessura di circa 5 mm. da riempire con idoneo sigillante elastico.

28.3 - Giunti di dilatazione per facciate con sistemi di rivestimenti a cappotto
Il giunto di dilatazione per facciate con sistemi di rivestimenti a cappotto deve essere costituito da profilo portante in alluminio con alette d'ancoraggio perforate. Il profilo portante deve essere regolabile in funzione dello spessore del rivestimento a cappotto.
La guarnizione elastica deve essere in neoprene e intercambiabile, resistente all'usura, agli agenti atmosferici, alla temperatura da - 30 °C a + 120 °C, agli oli, agli acidi e alle sostanze bituminose. Gli angolari di alluminio devono essere collocati a interasse di circa 40 cm, fissati mediante viti e tasselli a espansione. La parte del profilo a vista durante la posa in opera deve essere protetta con speciale nastro adesivo. Le eventuali irregolarità della superficie devono essere eliminate mediante applicazione di strato di malta.

29 Rivestimenti di pareti

29.1 – Norme generali
I rivestimenti in materiale di qualsiasi genere dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte, con il materiale prescelto dall'Amministrazione appaltante, e conformemente ai campioni che verranno volta a volta eseguiti, a richiesta della Direzione dei Lavori. Particolare cura dovrà porsi nella posizione in sito degli elementi, in modo che questi a lavoro ultimato risultino perfettamente aderenti al retrostante intonaco.
Pertanto, i materiali porosi prima del loro impiego dovranno essere immersi nell'acqua fino a saturazione, e dopo aver abbondantemente innaffiato l'intonaco delle pareti, alle quali deve applicarsi il rivestimento, saranno allettati con malta cementizia normale, nelle qualità necessarie e sufficienti.
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 convenientemente lavati e puliti. L'applicazione del linoleum alle pareti sarà fatta nello stesso modo che per i pavimenti, avendo, anche per questo caso, cura di assicurarsi che la parete sia ben asciutta.

29.2 - Rivestimento realizzato con piastrelle di ceramica
Per il rivestimento realizzato con piastrelle di ceramica si procederà alla posa su letto di malta svolgente funzioni di strato di collegamento e di compensazione e curando la sufficiente continuità dello strato stesso, lo spessore, le condizioni ambientali di posa (tempera ed umidità) e di maturazione. Si valuterà inoltre la composizione della malta onde evitare successivi fenomeni di incompatibilità chimica o termica con il rivestimento e/o con il supporto.
Durante la posa del rivestimento si curerà l'esecuzione dei giunti, il loro allineamento, la planarità della superficie risultante ed il rispetto di eventuali motivi ornamentali. In alternativa alla posa con letto di malta si procederà all'esecuzione di uno strato ripartitore avente adeguate caratteristiche di resistenza meccanica, planarità, etc., in modo da applicare successivamente uno strato di collegamento (od ancoraggio) costituito da adesivi aventi adeguata compatibilità chimica e termica con lo strato ripartitore e con il rivestimento. Durante la posa si procederà come sopra descritto.

29.3 - Rivestimento realizzato con lastre di pietra, calcestruzzo, fibrocemento e prodotti similari
Per il rivestimento realizzato con lastre di pietra, calcestruzzo, fibrocemento e prodotti similari si procederà alla posa mediante fissaggi meccanici (elementi ad espansione, elementi a fissaggio chimico, ganci, zanche e similari) a loro volta ancorati direttamente nella parte muraria e/o su tralicci o similari. Comunque i sistemi di fissaggio devono garantire una adeguata resistenza meccanica per sopportare il peso proprio e del rivestimento, resistere alle corrosioni, permettere piccole regolazioni dei singoli pezzi durante il fissaggio ed il loro movimento in opera dovuto a variazioni termiche. Il sistema nel suo insieme deve avere comportamento termico accettabile, nonché evitare di essere sorgente di rumore inaccettabile dovuto al vento, pioggia, ecc. ed assolvere le altre funzioni loro affidate quali tenuta all'acqua, etc. Durante la posa del rivestimento si cureranno gli effetti estetici previsti, l'allineamento o comunque la corretta esecuzione di giunti (sovrapposizioni, ecc.), la corretta forma della superficie risultante, etc.

29.4 - Rivestimento realizzato con lastre e pannelli a base di metallo o materia plastica
Per il rivestimento realizzato con lastre, pannelli, etc., a base di metallo o materia plastica si procederà analogamente a quanto descritto in a quanto visto per le lastre. Si curerà in base alle funzioni attribuite dal progetto al rivestimento, la esecuzione dei fissaggi e la collocazione rispetto agli strati sottostanti onde evitare incompatibilità termiche, chimiche od elettriche. Saranno considerate le possibili vibrazioni o rumore

indotte da vento, pioggia, etc. Verranno inoltre verificati i motivi estetici, l'esecuzione dei giunti, la loro eventuale sigillatura, etc.

29.5 - Applicazione di tappezzerie

L'applicazione di tappezzerie (del tipo carta, vinilica con supporto in carta, vinilica con supporto telato, tessuto con supporto in carta, tessuto murale apprettato, paglia, laminato, sughero, agugliato, etc.) deve essere eseguita con collanti a freddo (per quelle di carta) o adesivi vinilici (per quelle in plastica), che non dovranno danneggiare in alcun modo i materiali di rivestimento o di supporto.
I rivestimenti devono essere applicati in un solo pezzo per tutta l'altezza della parete, con giunti realizzati secondo le indicazioni del fabbricante e le ulteriori prescrizioni della direzione dei lavori. Le superfici murali idonee per la posa di tappezzerie possono essere:

- l'intonaco civile;
- la rasatura a gesso;
- il cemento lisciato.

I supporti murali nuovi per l'applicazione delle tappezzerie devono possedere i seguenti requisiti:

- essere privi di residui delle precedenti lavorazioni e soprattutto di residui untuosi;
- possedere un grado di umidità relativa inferiore al 55%;
- avere un pH compreso tra 6 e 7.

I suddetti requisiti devono essere preventivamente controllati dal Direttore dei Lavori. Il supporto deve essere preventivamente preparato dall'appaltatore prima dell'applicazione della tappezzerie. La preparazione deve consistere nella pulizia da tutti gli elementi estranei che possano pregiudicare l'adesione delle tappezzerie. A seconda del supporto (intonaco, legno, etc.), si procederà alla sua pulizia e all'asportazione dei materiali esistenti, nonché al riempimento di fessure e piccoli fori, alla spianatura di piccole asperità, etc., avendo cura di eliminare al termine la polvere e i piccoli frammenti che possono successivamente collocarsi tra il foglio e il supporto durante la posa. In generale, le tecniche di preparazione (carteggiatura, spazzolatura, stuccatura, rasatura, etc.) devono rispettare le precise indicazioni del produttore. La tecnica di applicazione deve rispettare le indicazioni contenute nelle schede tecniche fornite dal produttore e le ulteriori indicazioni del Direttore dei Lavori. Durante l'applicazione, si deve curare la realizzazione dei giunti, la quantità di collante applicato, l'esecuzione dei punti particolari quali angoli, bordi di porte, finestre, ecc., facendo le opportune riprese in modo da garantire la continuità dei disegni e comunque la scarsa percepibilità dei giunti. Nel caso di supporti molto irregolari e nella posa di rivestimenti particolarmente sottili e lisci (ad esempio tessili), si deve provvedere ad applicare uno strato intermedio di carta fodera o prodotto similare, allo scopo di ottenere la levigatezza e la continuità volute. Si deve applicare infine il telo di finitura curando il suo taglio preliminare in lunghezza e curando la concordanza dei disegni, la necessità di posare i teli con andamento alternato, etc.

29.6 - Applicazione di moquette

L'applicazione di moquette deve essere eseguita con collanti a freddo (per quelle di carta) o adesivi vinilici (per quelle in plastica), che non dovranno danneggiare in alcun modo i materiali di rivestimento o di supporto. I rivestimenti devono essere applicati in un solo pezzo per tutta l'altezza della parete con giunti realizzati secondo le prescrizioni della direzione dei lavori e le indicazioni del fabbricante.
Le superfici idonee per la posa di moquette possono essere:

- magrone di cemento lisciato fine;
- pavimentazioni di piastrelle di ceramica;
- pavimentazioni di marmo, legno, etc.

I supporti murali nuovi per l'applicazione di moquette devono possedere i seguenti requisiti:

- essere privi di residui delle precedenti lavorazioni e soprattutto di residui untuosi;
- possedere un grado di umidità relativa inferiore al 55%;
- avere un pH compreso tra 6 e 7.

I suddetti requisiti devono essere preventivamente controllati dal direttore dei lavori.
Il supporto deve essere preventivamente preparato dall'appaltatore prima dell'applicazione della moquette.
La preparazione deve consistere nella pulizia da tutti gli elementi estranei che possano pregiudicare l'adesione delle moquette. A seconda del supporto, si procederà alla sua pulizia e all'asportazione dei materiali esistenti, nonché al riempimento di fessure e piccoli fori, alla spianatura di piccole asperità, ecc., avendo cura di eliminare, al termine, la polvere e i piccoli frammenti che possono successivamente collocarsi tra il foglio e il supporto durante la posa. In generale, le tecniche di preparazione (carteggiatura, spazzolatura, stuccatura, rasatura, etc.) devono rispettare le precise indicazioni del produttore. La tecnica di posa in opera della moquette deve rispettare le indicazioni contenute nelle schede tecniche fornite dal produttore e le ulteriori indicazioni del Direttore dei Lavori.
Durante l'applicazione, si deve curare la realizzazione dei giunti, la quantità di collante applicato, l'esecuzione dei punti particolari quali angoli, etc., facendo le opportune riprese in modo da garantire la continuità dei disegni e comunque la scarsa percepibilità dei giunti.

30 Ripartizioni interne non murarie

30.1 - Generalità

Le partizioni interne non in muratura saranno costituite da pareti mobili e attrezzate il cui compito è di definire i singoli ambienti; alcune pareti mobili saranno dotate di pannelli vetrati come da progetto. Dette pareti saranno poste in opera dopo la realizzazione di pavimenti e controsoffitti in quanto dovranno essere poste in contrasto con i due suddetti orizzontamenti.
L'impiantistica interna a dette pareti (tubazioni) dovrà essere realizzata allorché sarà stata realizzata la struttura metallica e la pannellatura da uno solo dei due lati. Le pareti dovranno avere resistenza agli urti da corpo duro e molle secondo le norme UNI.
Dovranno garantire un isolamento acustico non inferiore a 37 db alla frequenza di 500 hz. Esse dovranno essere del tipo ignifugo di classe 1 e formazione di formaldeide di classe E1. Su richiesta della Direzione dei Lavori l'impresa dovrà fornire in cantiere una campionatura dei moduli in tempo utile per consentire la scelta delle finiture senza ostacolare il regolare decorso dei lavori. Le pareti dovranno essere poste in opera dopo la realizzazione delle pavimentazioni e dei controsoffitti e degli infissi esterni.
Il Direttore dei Lavori, ai fini della loro accettazione potrà procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate. Nel caso di contestazione si intende che la procedura di prelievo dei campioni, le modalità di prova e valutazione dei risultati sono quelli indicati nelle norme UNI e in mancanza di questi quelli descritti nella letteratura tecnica (primariamente norme internazionali).

30.2 - Pareti mobili semplici

Dette pareti saranno costituite da una struttura portante con montanti e traversi in profili sagomati di acciaio zincato di spessore 10-12/10 mm. opportunamente forati ed asolati per impieghi tecnici. I pannelli di tamponamento, gli zoccoli e le fasce di aggiustaggio saranno realizzate in agglomerato ligneo di spessore mm 18 rivestiti sui due lati con materiali melaminici. I pannelli saranno agganciati alla struttura con un sistema a cremagliera ed isolati termicamente ed acusticamente con guarnizioni plastiche coestruse. Come da progetto alcuni pannelli saranno vetrati con lastre di sicurezza di spessore di 10-11 mm. e telai in alluminio. I vetri saranno serigrafati opachi a fasce orizzontali alternate a fasce trasparenti. Le porte saranno realizzate in legno tamburato di spessore 44 mm. rivestite sui due lati in laminato e bordate perimetralmente con

bordo a spessore; esse saranno dotate di maniglie del tipo antinfortunistico a leva, munite di chiavi, con sistema abbassa/apri. Dette pareti saranno eseguite dopo la pavimentazione e le controsoffittature e saranno messe in contrasto con queste ultime. Lungo le pareti perimetrali saranno dotate di un pannello di larghezza pari a 40 cm. e di maggio altezza delle adiacenti per compensare la sagomatura del controsoffitto. Le pannellature di tamponamento dovranno essere del tipo orizzontale "a mattonella" secondo le partizioni orizzontali indicate nell'abaco (vedi elaborati grafici). In tal caso qualora la finitura prescelta sia "effetto legno" le venature lignee dovranno avere andamento orizzontale, anche sui pannelli sopraporta.

30.3 - Pareti mobili attrezzate

Le pareti attrezzate dovranno essere attrezzate come contenitore fino ad un'altezza di 222 cm. e possedere un pannello cieco fino all'intradosso del solaio. Laddove non diversamente descritto negli altri documenti progettuali (o quando questi non sono sufficientemente dettagliati) si intende che ciascuna delle categorie di parete sopracitata è composta da più strati funzionali (costruttivamente uno strato può assolvere a più funzioni), che devono essere realizzate con fianchi in agglomerato ligneo di spessore mm 22, rivestiti con materiali melaminici in finitura a scelta della Direzione dei Lavori e bordati con bordo a spessore, completi di foratura sui due lati per l'assemblaggio strutturale e per il fissaggio di cerniere per le ante, di piani intermedi, di guide per cassetti e di altri accessori; piani strutturali ed intermedi in agglomerato ligneo, spessore 22 mm., rivestito in materiali melaminici in finitura a scelta del D.L. e bordato con bordo a spessore; schiene librerie, fasce di aggiustaggio e zoccoli, ante in legno e frontali dei cassetti in agglomerato ligneo, spessore mm 18, rivestito in materiali melaminici in finitura a scelta della Direzione dei Lavori e bordato con bordo a spessore. Le finiture dei telai in alluminio anodizzato spazzolato; piedino di regolazione micrometrica. Dette pareti saranno eseguite dopo la pavimentazione. Le pannellature di tamponamento dovranno essere del tipo orizzontale "a mattonella" secondo le partizioni orizzontali indicate nell'abaco (vedi elaborati grafici). In tal caso qualora la finitura prescelta sia "effetto legno" le venature lignee dovranno avere andamento orizzontale, anche sui pannelli sopraporta.

31 Opere da fabbro

31.1 - Generalità

L'Appaltatore deve tenere presente nella formulazione della sua offerta che l'esecuzione delle opere da fabbro, sia nell'ambito di edifici, sia nelle aree esterne facenti parte dei complessi dovendo necessariamente essere subordinata ai programmi generali e particolari di esecuzione degli impianti, può risultare diversa sia per discontinuità di esecuzione della posa, sia per la concomitanza di esecuzione, nella stessa area o nello stesso edificio di lavori di competenza di altre ditte, da quella normalmente programmata e più conveniente per l'Appaltatore.

Di quanto sopra l'Appaltatore non può richiedere maggiori compensi a qualsiasi titolo per gli oneri conseguenti a maggiori difficoltà di posa, a difficoltà di approntamento dei materiali a piè d'opera, a discontinuità di effettuazione dei lavori, a particolari tipi di ponteggi e protezioni da adottarsi, ed altri, anche se non elencati nella presente descrizione.

La posa delle opere in ferro in genere deve essere eseguita con la massima precisione e secondo le migliori regole di arte. Devono essere rispettati quote, fili, allineamenti, piombi per il perfetto posizionamento di ogni elemento. Tutti gli elementi devono essere solidamente e sicuramente fissati.

Il numero e le dimensioni delle zanche e degli altri elementi di fissaggio in genere devono essere tali da assicurare i requisiti di resistenza e solidità richiesti per ciascuna opera.

Gli scassi per l'ammaraggio devono avere dimensioni adeguate, ma limitate al minimo necessario per ottenere un posizionamento agevole ed un ancoraggio sicuro, senza compromettere l'integrità della struttura muraria.

Gli scassi ed i fori per l'ammaraggio delle zanche e degli elementi di sostegno in genere devono essere accuratamente puliti e bagnati prima di procedere alla sigillatura. La sigillatura deve essere eseguita con l'impiego di malta di cemento, o calcestruzzo di appropriata granulometria, a seconda delle dimensioni di fori. Non è ammessa in alcun caso la sigillatura con gesso.

Tutti i manufatti devono essere solidamente assicurati, nell'esatta posizione prevista, con idonei sostegni ed armature provvisionali, in modo da evitare qualsiasi movimento sino a che le relative sigillature non abbiano raggiunto la necessaria presa. Tutti i manufatti per i quali sia prevista la verniciatura in opera, devono, prima della posa, essere verniciati con una mano di antiruggine al cromato di zinco, previa preparazione completa delle superfici con eliminazione di ogni traccia di ruggine, grassi, calamità, etc. Sulle parti non più accessibili dopo la posa deve essere applicata preventivamente anche una seconda mano di antiruggine. Gli elementi zincati non a vista, che dovessero eventualmente subire, tagli, saldature od altri aggiustamenti che provochino la rimozione od il danneggiamento della zincatura, devono essere accuratamente ritoccati con antiruggine al cromato di zinco in corrispondenza dei punti danneggiati, previa pulitura, con rimozioni di ogni scoria o detrito, delle superfici interessate, onde evitare ogni ulteriore eventuale erosione. Per gli elementi a vista non sono ammessi ritocchi con vernice.

I cancelli devono essere posti in opera in modo da ottenere il perfetto ed agevole funzionamento delle ante apribili e la corretta manovra di serratura ed altri congegni di blocco e di chiusura. Deve essere curato in particolare il perfetto combaciamento di serrature, scrocchi e catenacci con le corrispondenti sedi su montanti, controante, soglie, pavimentazioni. I controtelai devono essere posti in opera in maniera da non rinchiudere per la corretta posa dei serramenti successivi aggiustamenti, scassi, demolizioni e rotture di rivestimenti, pavimenti, intonaci, etc.

I serramenti in genere devono essere posti in opera a perfetta squadra, in modo da ottenere l'uniforme combaciamento delle battute, la perfetta manovra delle ante, l'agevole funzionamento di tutti i congegni di chiusura. Il fissaggio al controtelaio deve avvenire con viti non a vista. Le viti devono essere zincate o cadmiate. Nell'effettuazione delle operazioni di posa deve essere evitato ogni danneggiamento, anche minimo, al serramento ed agli accessori (serrature, ferramenta, etc.). Per i serramenti da porsi in opera già verniciati devono essere adottate tutte le cautele necessarie per evitare ogni e qualsiasi danno allo strato di vernice.

Uguali precauzioni devono essere adottate per i manufatti in lega leggera, comunque trattati. Coprifili e coprigiunti devono essere di tipo, dimensioni e sagomatura uniformi e devono essere fissati in posizione simmetrica in modo da delimitare contorni perfettamente regolari ed uguali fra di loro. Pur essendo prevista l'adozione dei coprifili e coprigiunti tutte le connessioni dei serramenti fra loto, con i controtelai e con le murature devono essere realizzate con la massima precisione, riducendo al minimo indispensabile giochi e fessure. Tutti i manufatti devono essere accuratamente ripuliti in modo da rimuovere ogni traccia di imbrattamento di qualsiasi natura.

32 Impianto fognante

32.1 - Impianto fognante

L'impianto fognante dovrà essere realizzato nel rispetto delle prescrizioni progettuali, di contratto e di capitolato e con la scrupolosa osservanza delle leggi, decreti, circolari, norme e disposizioni nazionali e locali, vigenti all'atto dell'esecuzione dell'impianto stesso. L'Appaltatore per la realizzazione dell'impianto fognante è tenuto a presentare, non meno di 30 giorni prima dell'esecuzione dell'impianto, il progetto esecutivo dello stesso, in doppia copia e redatto da un Ingegnere, da un Architetto o da un perito del ramo; detto progetto esecutivo dovrà essere completo di relazione illustrativa, di calcolo della portata e dei diametri dei condotti e/o delle tubazioni e dei disegni particolareggiati con indicazione esatta dei condotti e/o delle tubazioni e di tutti i dettagli costruttivi. Contemporaneamente alla presentazione del progetto l'Appaltatore è tenuto a produrre la campionatura di tutti i componenti dell'impianto per la per la preventiva accettazione da parte della Direzione dei Lavori; resta, comunque, stabilito che per l'accettazione dei campioni da parte della Direzione dei Lavori non pregiudica i diritti

che l'Amministrazione appaltante si riserva in sede di collaudo.
L'Appaltatore è tenuto, altresì, a presentare, entro 30 giorni dall'ultimazione dell'impianto, n. 2 copie dei disegni dell'impianto eseguito, con l'indicazione quotata di tutta la rete e di ogni altro particolare atto a documentare con esattezza l'intero impianto.

32.2 - Collettori di scarico
I collettori di scarico devono essere collocati in modo da avere la massima pendenza possibile e la minima lunghezza. Gli eventuali cambiamenti di direzione devono avvenire mediante curve ampie con angolo non superiore ai 45°. In prossimità del cambiamento di direzione da verticale a orizzontale, devono usarsi due mezze curve a 45°, in modo da formare una curva più ampia possibile.
I collettori di scarico a soffitto devono essere sostenuti da braccialetti apribili, collocati in prossimità di ogni bicchiere e in generale ogni 2 m di lunghezza di tubazione in ghisa o materiale plastico (per le tubazioni in gres tale distanza deve essere ridotta a 1 metro). I collari di sostegno a soffitto possono essere del tipo a nastro regolabile o a collare pesante in metallo o in PVC.
I collettori di scarico dovranno essere dotati, prima del loro collegamento con il recapito esterno, di un idoneo dispositivo ispezionabile a chiusura idraulica provvisto di attacco per la ventilazione.
Nei collettori deve essere assicurata una velocità di deflusso non inferiore a 0,6 m/sec, in modo da evitare la separazione dei materiali solidi da allontanare. L'eventuale velocità massima di deflusso deve essere compatibile con il materiale componente il collettore, in modo da non provocare forme di abrasione della superficie interna dei tubi. La velocità media di deflusso deve essere compresa tra 0,7 e 2,5 m/sec.
La Direzione dei Lavori potrà procedere alla verifica della velocità di deflusso in relazione alla portata e pendenza della tubazione.

32.3 - Pozzetti di ispezioni
Le reti di scarico devono essere dotate di pozzetti di ispezione, le cui dimensioni dipendono dalla quota del piano di posa delle tubazioni, conformemente alle prescrizioni del progetto esecutivo o a ulteriori disposizioni impartite dalla Direzione dei Lavori. Il volume interno del pozzetto deve essere maggiore o uguale al volume dell'interno della colonna di scarico servita.

33 Collocamento in opera di manufatti

33.1 - Collocamento di manufatti in legno
I manufatti in legno, come infissi di finestre, porte, vetrate, etc. saranno collocati in opera fissandoli alle strutture di sostegno mediante grappe di ferro, ovvero viti assicurate a tasselli di legno od a controtelai debitamente murati.
Tanto durante la loro giacenza in cantiere, quanto durante il loro trasporto, sollevamento e collocamento in sito, l'Appaltatore dovrà curare che non abbiano a subire alcun guasto o lordura, proteggendoli convenientemente da urti, da schizzi di calce, tinta o vernice, etc., con stuoie, coperte, paraspigoli di fortuna, etc.
Nel caso di infissi qualsiasi muniti di controtelaio, l'Appaltatore sarà tenuto ad eseguire il collocamento in opera anticipato, a murature rustiche, a richiesta della Direzione dei Lavori.
Nell'esecuzione della posa in opera le grappe dovranno essere murate a calce o cemento, se ricadenti entro strutture murarie; fissate con piombo fuso e battuto a mazzuolo, se ricadenti entro pietre, marmi, etc.
Sarà a carico dell'Appaltatore ogni opera accessoria occorrente per permettere il libero e perfetto movimento dell'infisso posto in opera (come scalpellamenti di piattabande, etc.) ed ogni riparazione conseguente (ripristini, stuccature intorno ai telai, etc.), come pure la verifica che gli infissi abbiano assunto l'esatta posizione richiesta, nonché l'eliminazione di qualsiasi imperfezione che venisse riscontrata, anche in seguito, sino al momento del collaudo.

33.2 - Collocamento di manufatti in ferro
I manufatti in ferro, quali infissi di porte, finestre, vetrate, etc., saranno collocati in opera con gli stessi accorgimenti e cure, per quanto applicabili, prescritti all'articolo precedente per le opere in legno.
Nel caso di infissi di qualsiasi tipo muniti di controtelaio, l'Appaltatore avrà l'obbligo, a richiesta della Direzione dei Lavori, di eseguirne il collocamento in opera anticipato, a murature rustiche.
Il montaggio in sito e collocamento delle opere di grossa carpenteria dovrà essere eseguito da operai specialisti in numero sufficiente affinché il lavoro proceda con la dovuta celerità.
Il montaggio dovrà essere fatto con la massima esattezza, ritoccando opportunamente quegli elementi che non fossero a perfetto contatto reciproco e tenendo opportuno conto degli effetti delle variazioni termiche.
Dovrà tenersi presente infine che i materiali componenti le opere di grosso carpenteria, etc., debbono essere tutti completamente recuperabili, senza guasti nè perdite.

33.3 - Collocamento di manufatti in marmo e in pietra
Tanto nel caso in cui la fornitura dei manufatti gli sia affidata direttamente, quanto nel caso in cui venga incaricato della sola posa in opera, l'Appaltatore dovrà avere la massima cura per evitare, durante le varie operazioni discarico, trasporto e collocamento in sito e sino al collaudo, rotture, scheggiature, graffi, danni alle lucidature, etc. Pertanto, lo stesso dovrà provvedere a sue spese alle opportune protezioni, con materiale idoneo, di spigoli, cornici, colonne, scalini, pavimenti, etc., restando obbligato a riparare a sue spese ogni danno riscontrato, come a risarcirne il valore quanto, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, la riparazione non fosse possibile.
Per ancorare i diversi pezzi di marmo o pietra, si adopereranno grappe, perni e staffe, in ferro zincato o stagnato, od anche in ottone o rame, di tipo e dimensioni adatti allo scopo ed agli sforzi cui saranno assoggettati, e di gradimento della Direzione dei Lavori.
Tali ancoraggi saranno fissati saldamente ai marmi o pietre entro apposite incassature di forma adatta, preferibilmente a mezza di piombo fuso e battuto a mazzuolo, e murati nelle murature di sostegno con malta cementizia oppure mediante tappi ad espansione.
I vuoti che risulteranno tra i rivestimenti in pietra o marmo e le retrostanti murature dovranno essere diligentemente riempiti con malta idraulica fina o mezzana, sufficientemente fluida e debitamente scagliata, in modo che non rimangano vuoti di alcuna entità La stessa malta sarà impiegata per l'allettamento delle lastre in piano per pavimenti, etc.
È vietato l'impiego di agglomerante cementizio a rapida presa, tanto per la posa che per il fissaggio provvisorio dei pezzi, come pure Š vietato l'impiego della malta cementizia per l'allettamento dei marmi.
L'Appaltatore dovrà usare speciali cure ed opportuni accorgimenti per il fissaggio o il sostegno di stipiti, architravi, rivestimenti, etc., in cui i pezzi risultino sospesi alle strutture in genere ed a quelle in cemento armato in specie; in tale caso si potrà richiedere che pietre o marmi siano collocati in opera prima del getto, ed incorporati con opportuni mezzi alla massa della muratura o del conglomerato, il tutto seguendo le speciali norme che saranno all'uopo impartite dalla Direzione dei Lavori e senza che l'Appaltatore abbia diritto a pretendere compensi speciali.
Tutti i manufatti, di qualsiasi genere, dovranno risultare collocati in sito nell'esatta posizione prestabilita dai disegni e/o dalla Direzione dei Lavori; le connessure ed i collegamenti, eseguiti a perfetto combaciamento secondo le migliori regole dell'arte, dovranno essere stuccati con cemento bianco o colorato, a seconda dei casi, in modo da risultare il meno appariscenti che sia possibile, e si dovrà curare di togliere ogni zeppa o cuneo di legno al termine della posa in opera. I piani superiori delle pietre o marmi posti all'esterno dovranno avere le opportune pendenze per convogliare le acque piovane, secondo le indicazioni che darà la Direzione dei Lavori. Sarà in ogni caso a carico dell'Appaltatore,

anche quando esso avesse l'incarico della sola posa in opera, il ridurre e modificare le murature ed ossature ed eseguire i necessari scalpellamenti e incamerazioni, in modo da consentire la perfetta posa in opera dei marmi e pietre di qualsiasi genere. Nel caso di rivestimenti esterni potrà essere richiesto che la posa in opera delle pietre o marmi segua immediatamente il progredire delle murature, ovvero che venga eseguita in un tempo successivo, senza che l'Appaltatore possa accampare pretese di compensi speciali oltre quelli previsti dalla tariffa.

33.4 - Collocamento di manufatti vari, apparecchi e materiali forniti dall'Amministrazione Appaltante

Qualsiasi apparecchio, materiale o manufatto fornito dall'Amministrazione appaltante sarà consegnato alle stazioni ferroviarie o in magazzini, secondo le istruzioni che l'Appaltatore riceverà tempestivamente.

Pertanto egli dovrà provvedere al loro trasporto in cantiere, immagazzinamento e custodia, e successivamente alla loro posa in opera, a seconda delle istruzioni che riceverà, eseguendo le opere murarie di adattamento e ripristino che si rendessero necessarie.

Per il collocamento in opera dovranno seguirsi inoltre tutte le norme indicate per ciascuna opera nei precedenti articoli del Capitolato Speciale, restando sempre l'Appaltatore responsabile della buona conservazione del materiale consegnatoli, prima e dopo del suo collocamento in opera.

34 Pavimentazioni esterne

34.1 – Sottofondi

Il piano destinato alla posa dei pavimenti, di qualsiasi tipo essi siano, dovrà essere opportunamente spianato mediante un sottofondo, in guisa che la superficie di posa risulti regolare e parallela a quella del pavimento da eseguire ed alla profondità necessaria. Il sottofondo potrà essere costituito, secondo gli ordini della Direzione dei Lavori, da un massetto di calcestruzzo idraulico o cementizio o da un gretonato, di spessore minore di 4 cm. in via normale, che dovrà essere gettato in opera a tempo debito per essere lasciato stagionare per almeno 10 giorni. Prima della posa del pavimento le lesioni eventualmente manifestatesi nel sottofondo saranno riempite e stuccate con un beverone di calce o cemento, e quindi vi si stenderà, se prescritto, lo spianato di calce idraulica (camicia di calce) dello spessore da 1,5 a 2 cm. Nel caso che si richiedesse un massetto di notevole leggerezza la Direzione dei Lavori potrà prescrivere che sia eseguito in calcestruzzo in pomice. Quando i pavimenti dovessero poggiare sopra materie comunque compressibili il massetto dovrà essere costituito da uno strato di conglomerato di congruo spessore, da gettare sopra un piano ben costipato e fortemente battuto, in maniera da evitare qualsiasi successivo cedimento.

34.2 - Pavimentazioni pedonali

Per quanto attiene ai pavimenti, il D.P.R. n. 503 del 24 luglio '96, "Regolamento di attuazione dell'art. 1 della legge 9 gennaio 1989, n. 13 - Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata", prescrive che questi devono essere di norma orizzontali e complanari tra loro e, nelle parti comuni e di uso pubblico, non sdrucciolevoli. Eventuali differenze di livello devono essere contenute ovvero superate tramite rampe con pendenza adeguata in modo da non costituire ostacolo al transito di una persona su sedia a ruote. Nel primo caso si deve segnalare il dislivello con variazioni cromatiche; lo spigolo di eventuali soglie deve essere arrotondato. Nelle parti comuni dell'edificio, si deve provvedere ad una chiara individuazione dei percorsi, eventualmente mediante una adeguata differenziazione nel materiale e nel colore delle pavimentazioni. I grigliati utilizzati nei calpestii debbono avere maglie con vuoti tali da non costituire ostacolo o pericolo rispetto a ruote, bastoni di sostegno, etc.; gli zerbini devono essere incassati e le guide solidamente ancorate; qualora i pavimenti presentino un dislivello, questo non deve superare i 2,5 cm. 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 Direzione dei Lavori. I singoli elementi dovranno combaciare esattamente tra di loro, dovranno risultare perfettamente fissati al sottostrato e non dovrà verificarsi nelle connesse dei diversi elementi a contatto la benché minima ineguaglianza. I pavimenti dovranno essere consegnati diligentemente finiti lavorati e senza macchie di sorta. L'Impresa ha l'obbligo di presentare alla Direzione dei Lavori i campionari dei pavimenti che saranno prescritti; l'Impresa, se richiesta, ha l'obbligo di provvedere alla posa in opera al prezzo indicato nell'elenco ed eseguire il sottofondo secondo le disposizioni che saranno impartite dalla Direzione stessa.

34.3 - Pavimentazione in porfido, in trachite o altro materiale lapideo

La posa in opera dei pavimenti dovrà essere perfetta in modo da ottenere piani esatti che consentano il deflusso delle acque meteoriche nelle apposite caditoie o verso gli spazi liberi; saranno cioè rispettate le pendenze longitudinali e trasversali, ove occorra, per un minimo dell'1.5%. Per ogni tipo di pavimentazione sarà dispensabile un buon sottofondo, determinante per la resistenza e durata della stessa. Il miglior sottofondo sarà sempre considerato quello di calcestruzzo che, anche se magro, ripartisce i carichi di sollecitazione; di norma si dovrà prevedere un sottofondo dello spessore soffice di circa 10 cm. eseguito con letto di malta costituito da un impasto di sabbia e cemento Portland in ragione di 3.00 q.li tipo "325" ogni metro cubo di impasto; il sottofondo di macadam dovrà essere convenientemente umidificato, rullato e a cilindratura chiusa. I pavimenti dovranno essere consegnati finiti a perfetta regola d'arte e secondo gli eventuali campioni sottoposti alla Direzione dei Lavori.

a) - Cubetti

Nell'esecuzione delle pavimentazioni, l'Ente Appaltante si riserverà la facoltà di impiegare uno dei quattro tipi di cubetti di normale produzione; la scelta del tipo sarà effettuata considerando:

- intensità e natura del traffico;
- destinazione e collocamento ambientale;
- motivazioni architettoniche.

In linea generale le dimensioni dei cubetti da impiegare in un pavimento sono direttamente proporzionali all'intensità del traffico. La pavimentazione di cubetti dovrà poggiare su un sottofondo predisposto alle giuste quote e con le necessarie pendenze per lo smaltimento delle acque meteoriche; la quota del sottofondo dovrà essere sagomata uniformemente a:

- cm. 8÷10 per il cubetto tipo 4-6
- cm. 11÷13 per il cubetto tipo 6-8
- cm. 13÷15 per il cubetto tipo 8-10
- cm. 15÷17 per il cubetto tipo 10-12

rispetto alla pavimentazione finita.

Dapprima si dovrà stendere sul precostituito sottofondo uno strato di sabbia o di sabbia premiscelata a secco con cemento (Kg. 10 circa per m²). I cubetti potranno essere posati ad "*arco contrastante*", a "*ventaglio*", a "*cerchio*", o a "*coda di pavone*"; lungo gli archi, gli elementi dovranno essere disposti in modo che quelli a dimensioni minori siano alle imposte e vadano regolarmente aumentando di dimensioni verso la chiave. Per i cubetti di porfido dell'Alto Adige si useranno come piani di posa e di marcia le due facce parallele corrispondenti alle fessurazioni naturali della roccia, per gli altri si dovrà scegliere come faccia di marcia quella più regolare. Per favorire l'assestamento, la battitura dovrà essere accompagnata da abbondanti bagnature del letto di sabbia; la battitura dovrà essere eseguita in almeno tre riprese, con pestelli metallici del peso di almeno 20 kg. Il pavimento verrà coperto, dopo le prime battiture, con un sottile strato di sabbia fine, che verrà fatta penetrare, mediante scope ed acqua, in tutte le connessure, in modo da chiuderle completamente. L'ultima battitura dovrà essere eseguita dopo avere corretto le eventuali deficienze di sagoma o di posa e dovrà essere condotta in modo da assestare definitivamente i singoli cubetti. I cubetti che a

lavorazione ultimata apparissero rotti o deteriorati o eccessivamente porosi, stentando per esempio ad asciugarsi dopo la bagnatura, dovranno essere sostituiti, a cura e spese dell'Impresa, con materiale sano. La posa dei cubetti dovrà essere fatta nel modo più accurato, cosicché i giunti risultino il più possibile serrati e sfalsati di corso in corso, gli archi perfettamente regolari e in modo da assicurare, dopo energica battitura, la perfetta stabilità e regolarità del piano viabile. La pavimentazione ultimata dovrà corrispondere esattamente alle quote e alle livellette di progetto stabilite dalla Direzione dei Lavori e non presentare in nessuna parte irregolarità o depressioni superiori a 1 cm. rispetto ad un'asta rettilinea della lunghezza di 3 ml. appoggiata longitudinalmente sul manto. Gli archi dovranno essere regolari e senza deformazioni. Le pendenze longitudinali o trasversali per lo smaltimento delle acque meteoriche dovranno essere al minimo dell'1,5%; indispensabile completamento di una pavimentazione in cubetti di porfido sarà la sigillatura dei giunti, che si potrà eseguire:

- con semplice sabbia: allo scopo di colmare i vani rimasti in corrispondenza dei giunti, tutta la superficie verrà ricoperta da uno strato di sabbia vagliata, che si dovrà far scorrere e penetrare in tutte le fughe sino a completa chiusura.
- con boiacca cementizia: si prepara un "beverone" in parti uguali di sabbia fine, di cemento e di acqua e si dovrà stendere lo stesso sul pavimento in modo da penetrare completamente in ogni giuntura; si dovrà lasciar riposare tale boiacca fino a che la stessa abbia iniziato il processo di presa e, con getto d'acqua a pioggia, si dovrà togliere la parte più grossa che ricopre la pavimentazione e, infine, procedere alla completa pulizia del pavimento.

b) - Piastrelle regolari

Le piastrelle verranno poste in opera su un sottofondo che sarà quasi esclusivamente in calcestruzzo e che sarà più basso del livello della superficie finita di almeno 10 cm.; sarà necessario infatti che la piastrella - di spessore variante fra i 2 e i 5 cm. - poggi su un letto di malta cementizia per almeno 4÷5 cm. La malta dovrà essere un impasto di sabbia come indicato in precedenza con cemento normale di tipo 325 e il cemento andrà dosato per q.li 2.5 per m^3. Le piastrelle dovranno distare l'una dall'altra circa 1 cm. e ciò anche per compensare il taglio non esatto del materiale fatto alla trancia. Alla fine della giornata di posa si procederà alla sigillatura versando nei giunti una boiacca liquida e ricca di cemento (parti uguali fra sabbia fine e cemento) fino a che le congiunzioni siano completamente riempite o addirittura leggermente trasbordanti. Quando la boiacca avrà iniziato la presa acquistando una certa consistenza si dovranno ripulire le sbavature e livellare la stuccatura. Le pendenze della pavimentazione in piastrelle, sia longitudinali che trasversali, dovranno essere di almeno l'1,5% per garantire lo smaltimento delle acque meteoriche. Le stesse piastrelle potranno essere posate ai bordi della strada a ridosso dei cordoni a formazione di cunette. Il sistema di posa sarà uguale a quanto detto sopra. Se le cunette saranno sollecitate al traffico automobilistico pesante sarà importante mettere in opera piastrelle di spessore superiore al normale.

c) - Lastre irregolari ad opera incerta

La posa sarà effettuata con gli stessi criteri e lo stesso sistema sopradescritto, tenendo però conto che i bordi irregolari delle lastre non consentono una posa ravvicinata dei singoli elementi.

d) - Cordoni e binderi

Dopo il tracciamento e la determinazione dei livelli si dovrà eseguire - ove necessario - lo scavo per la ricezione dei cordoni ed il versamento in esso di uno strato di calcestruzzo, dove verranno posati i cordoni in modo da risultare leggermente incastrati. In corrispondenza delle giunzioni si dovrà formare un ingrossamento del calcestruzzo in modo da rinforzare tale zona che presenterà la minor resistenza; si procederà, quindi, alla stuccatura e stillatura dei giunti con boiacca cementizia.

e) - Smolleri

Dovranno essere posti in opera a coltello e per filari di spessori pressochè costante. La posa in opera potrà avvenire su letto di sabbia premiscelata a secco con cemento (q.li 2 per m^3 circa) e in filari diritti ortogonali al senso di marcia della strada, oppure a spina di pesce. Si procederà, quindi, alla insabbiatura ed alla battitura con vibratore meccanico in presenza di acqua, e si riempiranno gli interstizi con sabbia miscelata a secco con cemento; si pulirà poi il pavimento per ottenere la perfetta intasatura e si procederà ad un rapido lavaggio a pioggia della superficie.

f) - Altri elementi lapidei

Per tutti gli altri elementi lapidei come gradini, alzate, copertine, sassi da muro, bugnato, soglie, masselli, etc. si osserveranno le regole di posa in opera comuni ad altri tipi di pietre naturali.

g) - Riparazioni e ripristini

Per l'esecuzione di riparazioni a vecchie pavimentazioni in pietra (scavi per fognature, tubazioni gas o cavi elettrici, etc.) si procederà:

- al riempimento dello scavo, ma con la necessaria graduale costipazione;
- alla ricostruzione di un sottofondo analogo a quello esistente sul resto del pavimento, meglio ancora se più resistente, per opporsi ad eventuali cedimenti;
- alla rimessa in loco del materiale asportato all'atto dello scavo, previa pulitura dello stesso dalla sabbia o dalla malta che vi sia rimasta attaccata; si sostituiranno i materiali rotti o deteriorati o andati perduti;
- il resto delle operazioni di posa e sigillatura sarà del tutto analogo ad una nuova pavimentazione.

Nel caso di pavimentazioni in cubetti e per ottenere un soddisfacente risultato si dovrà procedere all'ulteriore demolizione del vecchio pavimento ai lati dello scavo, fino alla chiave dei rispettivi archi, ed alla quale si potranno meglio agganciare i nuovi cubetti.

34.4 - Pavimenti in battuto di cemento

Sul massetto di conglomerato cementizio verrà disteso uno strato di malta cementizia grassa dello spessore di 2 cm. ed un secondo strato di assoluto cemento dello spessore minimo di 2 mm., lisciato a cazzuola rovescia o con idonea macchina elicoidale, rigato o rullato secondo quanto prescriverà la Direzione dei Lavori. Potrà essere chiesta una idonea spruzzatura di sabbia quarzosa superficiale ed ossidi di vari colori, secondo le prescrizioni dell'elenco prezzi.

34.5 - Pavimenti in getto di cemento

Sul massetto in conglomerato cementizio verrà disteso uno strato di malta cementizia grassa, dello spessore di 2 cm. ed un secondo strato di cemento assoluto dello spessore di 5 mm., lisciato, rigato o rullato, secondo quanto prescriverà la Direzione dei Lavori. Sul sottofondo previamente preparato in conglomerato cementizio, sarà disteso uno strato di malta, composta di sabbia e cemento colorato giunti con lamine di zinco od ottone, dello spessore di 1 mm. disposte a riquadri con lato non superiore a 1 ml. ed appoggiate sul sottofondo. Detto strato sarà battuto 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 delineato con contorni netti e senza soluzione 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 cui sopra. Le qualità dei colori dovranno essere adatte all'impasto, in modo da non provocarne la disgregazione; i marmi in scaglie tra 10 mm. e 25 mm., dovranno essere non gessosi e il più possibile duri (giallo, rosso e bianco di Asiago o Verona; verde, nero e rosso di Levanto; bianco, venato e bardiglio di Serravezza, etc.). I cubetti in marmo di Carrara dovranno essere pressoché perfettamente cubici, di 15 mm. circa di lato, con esclusione degli smezzati; le fasce e le controfasce di contorno, in proporzione all'ampiezza dell'ambiente. L'arrotatura sarà fatta a macchina, con mole di carborundum di grana grossa e fine, fino a vedere le scaglie nettamente rifinite dal cemento, poi con mole leggera, possibilmente a mano, e ultimate con due passate di olio di lino crudo, a

distanza di qualche giorno, e con un'ulteriore mano di cera.

34.6 - Pavimenti in maiolica, cottoforte, cotto, grès rosso e fine, klinker, terraglia dolce e forte, monocottura
Sul massetto in calcestruzzo di cemento, si distenderà uno strato di malta cementizia magra dello spessore di 2 cm., 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 dei Lavori. Le mattonelle saranno quindi rimosse e ricollocate in opera con malta liquida di puro cemento, saranno premute in modo che la malta riempia e sbocchi dalle connessioni e verranno stuccate di nuovo con malta liquida di puro cemento distesavi sopra. Le mattonelle greificate, prima del loro impiego, dovranno essere bagnate a rifiuto per immersione.
La posa del materiale dovrà comunque essere conforme alle indicazioni fornite dalle varie case costruttrici, alle norme CEN sulla ceramica ed alle norme UNI 6872-71 relativamente al grès, prescrizioni che si intendono integralmente trascritte.

34.7 - Acciottolati
I ciottoli saranno disposti su di un letto di sabbia alto da 10 a 15 cm., ovvero su di un letto di malta idraulica di conveniente spessore sovrapposto ad uno strato di rena compressa alto da 8 a 10 mm. I ciottoli dovranno essere scelti di dimensioni il più possibile uniformi e disposti di punta, a contatto fra di loro, con la faccia più piana rivolta superiormente, avvertendo di metterli a contatto. A lavoro finito, i ciottoli dovranno presentare una superficie uniforme secondo i profili e le pendenze volute, dopo che siano stati debitamente consolidati battendoli con mazzapicchio.

34.8 – Selciati
I selciati dovranno essere formati con pietre squadrate e lavorate al martello nella faccia vista e nella faccia di combaciamento. Si dovrà dapprima spianare il suolo e costiparlo con la mazzeranga, riducendolo alla configurazione voluta, poi verrà steso uno strato di sabbia dell'altezza di 10 cm. e su questo verranno conficcate di punta le pietre, dopo di avere stabilito le guide occorrenti. Fatto il selciato, vi verrà disteso sopra uno strato di sabbia dell'altezza di 3 cm. e quindi verrà proceduto alla battitura con mazzeranga, innaffiando di tratto in tratto la superficie, la quale dovrà riuscire perfettamente regolare e secondo i profili descritti. Nell'eseguire i selciati si dovrà avere l'avvertenza di collocare i prismi di pietra in guisa da far risalire la malta nelle connessure. Per assicurare poi meglio il riempimento delle connessure stesse, si dovrà versare sul selciato altra malta stemperata con acqua e ridotta allo stato liquido. Nei selciati a secco abbeverati con malta, dopo avere posato i prismi di pietra sullo strato di sabbia dell'altezza di 10 cm., di cui sopra, conficcandoli a forza con apposito martello, si dovrà versare sopra un beverone di malta stemperata con acqua e ridotta allo stato liquido, e procedere infine alla battitura con la mazzeranga, spargendo di tratto in tratto altra malta liquida fino a che la superficie sia ridotta perfettamente regolare e secondo i profili stabiliti.

34.9 - Pavimenti in laterizio
I pavimenti in laterizio, sia con mattoni di piatto che di costa, sia con pianelle, saranno formati distendendo sopra il massetto uno strato di malta crivellata, sul quale i laterizi si disporranno a filari paralleli, a spina di pesce, in diagonale, etc. comprimendoli affinché la malta rifluisca nei giunti. Le connessioni devono essere allineate e stuccate con cemento e la loro larghezza non deve superare 3 mm. per i mattoni e le pianelle non arrotati, e 2 mm. per quelli arrotati.

34.10 - Pavimenti in mattonelle di cemento con o senza graniglia
Tali pavimenti saranno posati sopra un letto di malta cementizia normale, distesa sopra il massetto; le mattonelle saranno premute finché la malta rifluisca dalle connessioni. Le connessioni debbono essere stuccate con cemento e la loro larghezza non deve superare 1 mm.

34.11 - Pavimenti in lastre di marmo
Per i pavimenti in lastre di marmo si useranno le stesse norme stabilite per i pavimenti in mattonelle di cemento.

34.12 - Pavimenti a bollettonato
Su di un ordinario sottofondo si distenderà uno strato di malta cementizia normale, per lo spessore minimo di 1,5 cm. sul quale verranno posti a mano pezzami di marmo colorato di varie qualità, di dimensioni e forme atte allo scopo e precedentemente approvati dalla Direzione dei Lavori. Essi saranno disposti in modo da ridurre al minimo gli interspazi di cemento. Su tale strato di pezzami di marmo, sarà gettata una boiacca di cemento colorato, distribuita bene ed abbondantemente sino a rigurgito, in modo che ciascun pezzo di marmo venga circondato da tutti i lati dalla malta stessa; il pavimento sarà poi rullato.

34.13 - Pavimenti d'asfalto
Il sottofondo dei pavimenti in asfalto sarà formato con conglomerato cementizio dosato a 250 kg. ed avrà lo spessore di 10 cm. Su di esso sarà colato uno strato dell'altezza di 4 cm di pasta d'asfalto, risultante dalla fusione del mastice d'asfalto naturale e bitume, mescolati a ghiaietta o graniglia nelle proporzioni di 50 parti di asfalto, quattro di bitume e 46 di ghiaietta 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 2 cm. di spessore ognuno a giunti sfalsati; sopra l'asfalto appena disteso, mentre è ben caldo, si spargerà della sabbia silicea di granulometria uniforme la quale verrà battuta e ben incorporata nello strato asfaltico.

35 Rete di scarico delle acque piovane

35.1 - Generalità
I sistemi di scarico delle acque meteoriche possono essere realizzati in:
- canali di gronda: lamiera zincata, rame, PVC, acciaio inossidabile;
- pluviali (tubazioni verticali): lamiera zincata, rame, PVC, acciaio inossidabile, polietilene ad alta densità (pead), alluminio, ghisa e acciaio smaltato;
- collettori di scarico (o orizzontali): ghisa, PVC, polietilene ad alta densità (pead), cemento e fibrocemento.

Le tubazioni di scarico per le acque piovane non dovranno essere usate come reti di esalazione naturale delle fogne cittadine e delle reti di scarico delle acque di rifiuto.
Per la realizzazione delle diverse parti funzionali, si utilizzeranno i materiali e i componenti indicati nei documenti progettuali. Qualora non siano specificati in dettaglio nel progetto o a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti:
- in generale tutti i materiali e i componenti devono resistere all'aggressione chimica degli inquinanti atmosferici, all'azione della grandine e ai cicli termici di temperatura (compreso gelo/disgelo), combinati con le azioni dei raggi IR, UV, etc.;
- gli elementi di convogliamento e i canali di gronda, oltre a quanto detto al punto a), se di metallo devono resistere alla corrosione; se di altro materiale devono rispondere alle prescrizioni per i prodotti per le coperture; se verniciate dovranno essere realizzate con prodotti per esterno rispondenti a quanto specificato al punto a);
- per i punti di smaltimento valgono, per quanto applicabili, le prescrizioni sulle fognature impartite dalle pubbliche autorità. Per quanto riguarda i dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli, vale la norma UNI EN 124.

Per la realizzazione dell'impianto si utilizzeranno i materiali, i componenti e le modalità indicate nei documenti progettuali esecutivi e qualora

non siano specificati in dettaglio nel progetto o a suo completamento, si rispetteranno le prescrizioni seguenti. Vale inoltre, quale prescrizione ulteriore cui fare riferimento, la norma UNI EN 12056-3. I pluviali montati all'esterno devono essere installati in modo da lasciare libero uno spazio tra parete e tubo di 5 cm e i passaggi devono essere almeno uno in prossimità di ogni giunto, di materiale compatibile con quello del tubo. I bocchettoni e i sifoni devono essere sempre del diametro delle tubazioni che immediatamente li seguono. Quando l'impianto delle acque meteoriche è collegato all'impianto di scarico acque usate, deve essere interposto un sifone. Tutte le caditoie a pavimento devono essere sifonate. Ogni inserimento su un collettore orizzontale deve avvenire ad almeno 1,5 ml. dal punto di innesto di un pluviale.
Per i pluviali e i collettori installati in parti interne all'edificio (intercapedini di pareti, etc.) devono essere prese tutte le precauzioni di installazione (fissaggi elastici, materiali coibenti acusticamente, etc.), per limitare entro valori ammissibili i rumori trasmessi.

35.2 - Canali di gronda
Il bordo esterno dei canali di gronda deve essere leggermente più alto di quello interno, per consentire l'arresto dell'acqua piovana di raccolta proveniente dalle falde o dalle converse di convogliamento. La pendenza verso i tubi pluviali deve essere superiore all'1%. I canali di gronda devono essere fissati alla struttura del tetto con zanche sagomate o con tiranti; eventuali altri sistemi devono essere autorizzati dalla Direzione dei Lavori. Per l'accettazione dei canali di gronda e relativi accessori di PVC non plastificato, all'esame visivo le superfici interne ed esterne, devono presentarsi lisce, pulite e prive di rigature, cavità e altri difetti di superficie. Le estremità dei canali di gronda devono essere tagliate in modo netto e perpendicolare rispetto all'asse longitudinale del profilo. I canali di gronda devono avere pendenza non inferiore a 0,25%.

35.3 - Pluviali
I pluviali possono essere sistemati all'interno o all'esterno della muratura perimetrale. Il fissaggio dei pluviali alle strutture deve essere realizzato con cravatte collocate sotto i giunti a bicchiere. Inoltre, per consentire eventuali dilatazioni non devono risultare troppo strette; a tal fine, tra cravatta e tubo deve essere inserito del materiale elastico o della carta ondulata. L'unione dei pluviali deve essere eseguita mediante giunti a bicchiere con l'ausilio di giunti di gomma. L'imboccatura dei pluviali deve essere protetta da griglie metalliche per impedirne l'ostruzione (foglie, stracci, nidi, etc.).
Il collegamento tra pluviali e canali di gronda deve avvenire mediante bocchettoni di sezione e forma adeguata che si innestano ai pluviali.
I pluviali esterni devono essere protetti per un'altezza inferiore a 2 ml. da terra con elementi in acciaio o ghisa resistenti agli urti.
I pluviali incassati devono essere alloggiati in un vano opportunamente impermeabilizzato, che deve essere facilmente ispezionabile per il controllo dei giunti o la sostituzione dei tubi; in tal caso, il vano può essere chiuso con tavelline intonacate, facilmente sostituibili. I pluviali devono avere un diametro non inferiore a 80 mm.

35.4 - Collettori di scarico
Il diametro minimo dei collettori di scarico (interrati o sospesi al soffitto del piano scantinato) per il convogliamento delle acque piovane alla fognatura, in funzione della superficie del tetto, verranno ottenuti applicando la formula di Chèzy-Bazin, in base a:

- un coefficiente di scabrezza = 0,16;
- intensità di pioggia = 100 mm/h;
- coefficienti di assorbimento = 100%;
- canali pieni a metà altezza.

35.5 - Pozzetti a chiusura idraulica
I pluviali che si allacciano alla rete fognante devono essere dotati di pozzetti a chiusura idraulica o sifoni, entrambi ispezionabili secondo il progetto esecutivo e/o secondo le indicazioni della direzione dei lavori. I pozzetti possono essere prefabbricati in conglomerato cementizio armato e vibrato oppure realizzati in opera.

36 Opere a verde

36.1 - Prescrizioni generali
L'impresa, prima di piantare, ha l'obbligo di accertarsi della attitudine all'impiego dell'acqua fornita e della esistenza di adeguate fonti alternative (stazioni di trattamento e depurazione, bacini di raccolta o corsi di acque naturali, etc.) da cui, in caso di necessità come in caso di leggi restrittive nei periodi di siccità, attingere, provvedendo a trasportare l'acqua necessaria all'innaffiamento tramite autocisterne o altri messi sul luogo della sistemazione. Mano a mano che procedono i lavori di sistemazione e le operazioni di piantagione, tutti i materiali di risulta (frammenti in pietre e mattoni, residui di lavorazione, spezzoni di filo metallico, di cordame e di canapa, contenitori e secchi vuoti, ecc.) e gli utensili inutilizzati dovranno essere quotidianamente rimossi per mantenere il lungo il più in ordine possibile.
I materiali di risulta allontanati dal cantiere dovranno essere portati alla discarica pubblica o si aree predisposte dall'impresa a sua cura e spese. Alla fine dei valori tutte le aree pavimentate e gli altri manufatti che siano stati imbrattati di terra o altro dovranno essere accuratamente puliti.
L'impresa è tenuta alla conservazione e alla cura (anche con interventi di dendrochirurgia) delle eventuali piante esistenti sull'area della sistemazione che, a tale scopo, le verranno consegnate con regolare verbale della Direzione dei Lavori. Tutta la vegetazione esistente indicata per restare in loco dovrà essere protetta con recinzioni e barriere, provvisorie ma solide, da urti e rotture alla corteccia, dall'eccessivo calpestio, dal traffico e dal parcheggio di autoveicoli. L'impresa dovrà usare la massima cautela ogni volta che si troverà a lavorare nei pressi delle piante esistenti per non infliggere rotture alle radici e inutili tagli ai rami; particolare cura dovrà essere anche posta per non soffocare gli alberi a causa dell'interramento del colletto con l'ammasso di materiale da costruzione o di materiale di scavo. Le radici di una certa dimensione e i rami che siano stati eventualmente tagliati durante i lavori dovranno essere protetti spalmando sulle parti recise mastici specifici o altri prodotti adatti approvati dalla Direzione dei Lavori. Tutte le radici che a causa dei lavori rimangono esposte all'aria devono, per impedirne l'essiccamento, essere temporaneamente ricoperte con adatto materiale (juta, stuoie, ecc.) bagnato e mantenuto tale fino al reinterro, operazione questa alla quale l'impresa e tenuta a provvedere il più presto possibile.
Nel caso che il progetto di sistemazione ambientale preveda movimenti di terra di una certa importanza, l'impresa è tenuta a provvedere alla rimozione e all'accantonamento nel luogo indicato dalla Direzione dei Lavori, per poi essere riutilizzato, dello strato superficiale (circa 30 cm.) del terreno fertile nelle zone interessate ai lavori stessi. Il terreno rimosso deve essere accantonato in strati successivi in forma di cumuli alternati a strati di torba o paglia e regolarmente innaffiato per impedirne l'essiccazione. Le analisi del terreno vegetale da apportare sul luogo della sistemazione dovranno essere effettuate, invece, su un miscuglio, rappresentativo della composizione media del terreno di prestito, di tutti i campioni prelevati da ogni parte del terreno stesso.
I risultati delle analisi determineranno, in relazione al tipo di piantagione da effettuare:

- il grado di utilizzabilità del terreno in sito;
- il tipo di terra vegetale o il miscuglio di terreni da usare;
- il tipo e le percentuali di applicazione dei fertilizzanti per la concimazione e degli altri eventuali materiali necessari per la correzione e la modifica della granulometria del suolo.

L'impresa e tenuta a raccogliere campioni di concime (soprattutto organico non industriale) e a presentarli per l'approvazione alla Direzione dei Lavori, che deciderà se sottoporli o meno alle analisi di laboratorio. Gli esiti delle prove determineranno il tipo e la percentuale di concime da

applicare; nel caso che non si sia ritenuto necessario effettuare le analisi, queste indicazioni saranno fornite direttamente dalla Direzione dei Lavori. I volumi minimi di applicazione del concime sono stabiliti invece fra le procedure di preparazione agraria del terreno e di messa a dimora delle piante. L'impresa è tenuta, se richiesta, a presentare, perché vengano approvati dalla Direzione dei Lavori, campioni di acqua da ogni fonte di approvvigionamento che intende usare. La qualità dell'acqua, anche se approvata, deve essere periodicamente controllata sotto la responsabilità dell'impresa.

36.2 - Pulizia generale del terreno

L'area oggetto della sistemazione viene di norma consegnata all'impresa con il terreno a quota di impianto. Qualora il terreno all'atto della consegna non fosse idoneo alla esecuzione delle piantagioni per la presenza di materiale di risulta (frammenti di mattoni, pietre, calcinacci, etc.) abbandonato da una eventuale precedente impresa edile, i preliminari lavori di pulitura del terreno, su autorizzazione della Direzione dei Lavori, saranno eseguiti in economia. Ultimata questa operazione, l'impresa, prima di ogni altro lavoro, deve eseguire la pulizia generale del terreno eliminando (con estirpazione dell'apparato radicale) tutte le essenze infestanti o ritenute, a giudizio della Direzione dei Lavori, non conformi alle esigenze della sistemazione.

36.3 - Lavorazione del suolo

Su indicazione della Direzione dei Lavori, l'impresa deve eseguire una lavorazione del terreno fino alla profondità necessaria per consentire un'appropriata piantagione secondo gli elaborati di progetto. Questa lavorazione, che preferibilmente deve essere eseguita con mezzi meccanici, può variare a seconda delle condizioni del suolo, da un'aratura in profondità per uno spessore di 80 ÷ 100 cm ad una fresatura o vangatura superficiale per uno spessore minimo di 30 ÷ 50 cm. Nel corso di questa operazione l'impresa dovrà rimuovere tutti i sassi, le pietre e gli altri eventuali ostacoli sotterranei che potrebbero impedire la corretta esecuzione dei lavori provvedendo anche, su indicazioni della Direzione dei Lavori, ad accantonare e conservare le preesistenze naturali con particolare valore estetico (rocce, massi, ecc.) o gli altri materiali che possano essere vantaggiosamente riutilizzati nella sistemazione.
Nel caso si dovesse imbattere in ostacoli di rilevanti dimensioni (grosse pietre, rocce affioranti, ecc.) che presentano difficoltà ad essere rimossi, oppure manufatti sotterranei di qualsiasi natura (cavi, fognature, tubazioni, ecc.), l'impresa, prima di procedere nel lavoro, deve chiedere istruzioni specifiche alla Direzione dei Lavori: ogni danno ai suddetti manufatti ed ogni altro nocumento, conseguente alla mancata osservazione di questa norma, dovrà essere riparato o risarcito a cura e spese dell'impresa fino a completa soddisfazione del Committente.
Dopo averne effettuato la lavorazione, l'impresa, su istruzioni della Direzione dei Lavori, dovrà incorporare nel terreno per mezzo di lavorazioni leggere (30 ÷ 50 cm. di profondità) tutte le sostanze eventualmente necessarie ad ottenerne la correzione (modifica del valore ph), l'emendamento (modifica della granulometria) e la concimazione di base, nonché somministrare gli eventuali fitofarmaci (anticrittogamici, insetticidi, diserbanti, etc.) per la cura degli attacchi di parassiti animali o fungini presenti nel suolo o sulla vegetazione. Per la concimazione di base, al fine di ottenere i migliori risultati, dovranno essere usati contemporaneamente, secondo le indicazioni della Direzione dei Lavori, fertilizzanti minerali ed organici (naturali od industriali). Nel caso non fosse disponibile concime organico naturale ben maturo e si fosse deciso di usare fertilizzanti organici industriali, questi, dovendo essere integrati da quelli minerali, dovranno essere impiegati in dosi (da modificare caso per caso), ridotte del 50% circa di quanto prescrive la casa produttrice. I trattamenti con fitofarmaci, infine, dovranno essere tempestivi ed eseguiti da personale specializzato dell'impresa, che dovrà attenersi per il loro uso alle istruzioni specificate dalla casa produttrice e alle leggi vigenti in materia, ed usare ogni possibile misura preventiva atta ad evitare danni alle persone e alle cose.

36.4 - Drenaggi e impianti tecnici

Successivamente alla lavorazione del terreno e prima delle operazioni di cui all'articolo precedente, l'impresa deve preparare gli scavi necessari all'installazione degli eventuali sistemi di drenaggio e le trincee per alloggiare le tubazioni e i cavi degli impianti tecnici (irrigazione, illuminazione, gas, ecc.) le cui linee debbano seguire percorsi sotterranei.
Le canalizzazioni degli impianti tecnici, al fine di consentire la regolare manutenzione della sistemazione ed agevolare gli eventuali futuri interventi di riparazione, dovranno essere installate ad una profondità minima di 50 ÷ 60 cm., adeguatamente protette con pietrisco o con altri manufatti industriali. Eseguito il collaudo degli impianti a scavo aperto, dopo aver ottenuto l'approvazione della Direzione dei Lavori, colmate le trincee e completate le operazioni di cui nell'art. b (ma prima dell'apporto di terra vegetale e del definitivo livellamento del terreno) l'impresa deve completare la distribuzione degli impianti tecnici, realizzando le eventuali canalizzazioni secondarie e le opere accessorie. Sono invece da rimandare a livellazione del terreno avvenuta la posa in opera degli irrigatori, e, a piantagione ultimata, la collocazione e l'orientamento degli apparecchi di illuminazione. Ultimati gli impianti, l'Impresa è tenuta a consegnare alla Direzione dei Lavori gli elaborati tecnici di progetto aggiornati secondo le varianti effettuate, oppure, in difetto di questi, a produrre una planimetria che riporti l'esatto tracciato e la natura delle diverse linee e la posizione dei drenaggi e relativi pozzetti realizzati.

36.5 - Preparazione delle buche e dei fossi

Le buche ed i fossi per la piantagione delle essenze vegetali dovranno avere le dimensioni più ampie possibili in rapporto alla grandezza della pianta da mettere a dimora, e cioè avere larghezza e profondità almeno pari a due volte e mezzo il diametro della zolla. In ogni caso non dovranno mai essere inferiori alle seguenti misure:

- buche per alberi di medie dimensioni: cm 100x100x100;
- buche per arbusti: cm 60x60x60;
- fossi per siepi: cm 50x50 la lunghezza necessaria;
- fossi per bordure: cm 30x30 la lunghezza necessaria.

Per le buche e i fossi che dovranno essere realizzati su un eventuale preesistente tappeto erboso, l'Impresa e tenuta ad adottare tutti gli accorgimenti necessari per non danneggiare il prato circostante.
Lo scavo delle buche dovrà essere effettuato in modo da recuperare, per riutilizzarlo per il riempimento delle buche stesse, l'eventuale strato superficiale di terreno vegetale. Il materiale proveniente dagli scavi, se non riutilizzato o, a insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, non ritenuto idoneo, dovrà essere allontanato dalla sede del cantiere e portato alla pubblica discarica o su aree predisposte dall'impresa a sua cura e spese. Nella preparazione delle buche e dei fossi, l'Impresa dovrà assicurarsi che nella zona in cui le piante svilupperanno le radici non ci siano ristagni di umidità e provvedere che lo scolo delle acque piovane superficiali avvenga in modo corretto.
Nel caso, invece, fossero riscontrati gravi problemi di ristagno l'impresa provvederà, su autorizzazione della Direzione dei Lavori, a predisporre idonei drenaggi secondari che verranno contabilizzati a parte e potranno essere realizzati in economia. I drenaggi secondari dovranno essere eseguiti collocando sul fondo degli scavi uno strato di materiale adatto a favorire lo scolo dell'acqua (pietre di varie dimensioni, pezzame di tufo, argilla espansa, etc.) preferibilmente separato dalla terra vegetale soprastante da un feltro imputrescibile "tessuto-non tessuto"; se necessario, al di sotto del drenaggio, dovranno essere realizzate anche canalette di deflusso di adeguata pendenza.

36.6 - Apporto di terra vegetale

Prima di effettuare qualsiasi impianto o semina, l'Impresa, sotto la sorveglianza della Direzione dei Lavori, dovrà verificare che il terreno in sito sia adatto alla piantagione in caso contrario dovrà apportare terra di coltura (terra vegetale) in quantità sufficiente a formare uno strato di spessore minimo di 20 cm. per i prati, e a riempire totalmente le buche e i fossi per gli alberi e gli arbusti, curando che vengano frantumate in

modo adeguato tutte le zolle e gli ammassi di terra che altrimenti potrebbero alterare la giusta compattezza e impedire il buon livellamento.
La terra vegetale rimossa ed accantonata nelle fasi iniziali degli scavi sarà utilizzata, secondo le istruzioni della Direzione dei Lavori, come terra di coltura insieme a quella apportata. Le quote definitive del terreno dovranno essere quelle indicate negli elaborati di progetto e dovranno comunque essere approvate dalla Direzione dei Lavori.

36.7 - Preparazione del terreno per i prati
Per preparare il terreno destinato a tappeto erboso, l'Impresa, a complemento di quanto specificato negli articoli "Pulizia generale del terreno", dovrà eseguire, se necessario, una ulteriore pulizia del terreno rimuovendo tutti i materiali che potrebbero impedire la formazione di un letto di terra vegetale con granulometria fine ed uniforme. Dopo aver eseguito le operazioni indicate negli articoli "Lavorazione del suolo" ed il successivo, l'Impresa dovrà livellare e quindi rastrellare il terreno secondo le indicazioni di progetto per eliminare ogni ondulazione, protuberanza, buca o avvallamento. Gli eventuali residui della rastrellatura superficiale dovranno essere allontanati dall'area del cantiere.

36.8 - Messa a dimora di alberi ed arbusti
Alcuni giorni prima della piantagione, l'Impresa dovrà procedere al riempimento parziale delle buche già predisposte, in modo che, tenendo conto dell'assestamento della terra vegetale riportata, al momento della messa a dimora ci sia spazio sufficiente per la corretta sistemazione delle zolle o delle radici nude, e le piante possano essere collocate su uno strato di fondo di spessore adeguato alle dimensioni della zolla o delle radici delle diverse specie vegetali, e comunque non inferiore a 15 cm.
La messa a dimora degli alberi e degli arbusti dovrà avvenire, infatti, avendo cura che le piante, in relazione alle quote finite, non presentino, una volta assestatosi il terreno, radici allo scoperto oppure risultino interrate oltre il livello del colletto.
Al momento di essere collocati nella giusta posizione e prima del riempimento definitivo delle buche, gli alberi e, su indicazione della Direzione dei Lavori, anche gli arbusti di rilevanti dimensioni dovranno essere resi stabili per mezzo di pali di sostegno, ancoraggi e legature.
Se le piante da mettere a dimora sono state fornite a radice nuda il palo tutore, al fine di non danneggiare l'apparato radicale, deve essere solidamente confitto verticalmente per almeno 30 cm di profondità sul fondo della buca prima di sistemare la pianta nella buca stessa.
Se le piante possiedono la zolla, per non correre il rischio di spezzarla, il palo di sostegno dovrà essere collocato in posizione obliqua rispetto al tronco, infisso nel terreno circostante (e non nella buca) per almeno 30 cm. di profondità e fermato alla base da un picchetto.
I pali di sostegno, sia verticali che obliqui, devono essere posizionati nei confronti delle piante in modo da tener conto della direzione del vento predominante. Qualora, ad insindacabile giudizio della Direzione dei Lavori, un solo palo di sostegno fosse ritenuto insufficiente ad assicurarne la perfetta stabilita (zone particolarmente ventose, essenze di grandi dimensioni, ecc.), le piante dovranno essere fissate per mezzo di tre o più pali equidistanti fra loro e dal tronco, posti in posizione obliqua rispetto alla pianta, fermati al piede da picchetti e legati insieme estremità superiore (sistema a capra), oppure per mezzo di altre analoghe strutture indeformabili.
Nell'uso di questi sistemi complessi può essere necessario, se indicato dalla Direzione dei Lavori, inserire, fra il piede del palo e il terreno, una tavoletta che ripartisca meglio al suolo il peso della pianta ed eviti l'affondamento del palo stesso.
Su autorizzazione della Direzione dei Lavori queste strutture lignee possono essere sostituite con ancoraggi composti da almeno tre tiranti in corda di acciaio con relativo tendifilo legati da una parte al tronco della pianta opportunamente protetto con parti in gomma, e dall'altra a picchetti saldamente confitti nel terreno o ad altri sostegni di provata solidità (rocce, muri, etc.).
L'impresa procederà poi al riempimento definitivo delle buche con terra vegetale fine, costipandola con cura in modo che non rimangano assolutamente dei vuoti attorno alle radici o alla zolla. Il riempimento delle buche, sia quello parziale prima della piantagione sia quello definitivo, potrà essere effettuato, a seconda delle necessita e su indicazione della Direzione dei Lavori, con terra vegetale semplice oppure con una miscela di terra vegetale e torba. Nel caso la Direzione dei Lavori decida che all'atto dell'impianto venga effettuata una concimazione secondaria localizzata, l'Impresa avrà cura di spargere il fertilizzante attorno e vicino alle radici o alle zolle, ma non a contatto con queste.
A riempimento ultimato, attorno alle piante dovrà essere formato, per facilitarne l'innaffiamento, un solco o un rilevato circolare di terra per la ritenzione dell'acqua. E buona regola, non appena la buca è riempita, procedere ad un abbondante primo innaffiamento in modo da favorire la ripresa della pianta e facilitare il costipamento e l'assestamento della terra vegetale attorno alle radici e alla zolla. Le piante dovranno essere collocate ed orientate in modo da offrire l'aspetto che consenta di ottenere il migliore risultato estetico in relazione agli scopi della sistemazione; nel caso fosse richiesta simmetria, le piante dovranno essere accoppiate con cura secondo il concetto suesposto.

36.9 - Messa a dimora di alberi ed arbusti a foglia caduca
Gli alberi ed arbusti a foglia caduca, a seconda delle diverse specie vegetali e delle tecniche di coltura, possono essere fornite anche a radice nuda, sebbene da qualche tempo si tenda a fornire questo materiale con la zolla o in contenitore per agevolare l'impianto e per avere maggiori probabilità di attecchimento. Le piante a foglia caduca fornite con zolla o in contenitore potranno essere, infatti, messe a dimora in qualsiasi periodo dell'anno, mentre quelle a radice nuda dovranno essere piantate esclusivamente durante il periodo di riposo naturale (dal mese di ottobre a quello di marzo circa), evitando i mesi nei quali vi siano pericoli di gelate o nevicate o il terreno sia ghiacciato.
Nel mettere a dimora le piante con zolla e necessario fare molta attenzione affinché questa non si rompa. Per evitare questo inconveniente le piante dovranno essere calate nelle buche con le zolle ancora imballate oppure con cautela, immediatamente dopo averle estratte dal contenitore. L'imballo della zolla, se costituito da materiale deperibile (paglia, canapa, juta, etc.), dovrà essere tagliato al colletto e aperto sui fianchi senza rimuoverlo da sotto la zolla, togliendo soltanto le legature metalliche e il materiale di imballo in eccesso. Qualora la zolla fosse troppo asciutta e indispensabile che questa sia immersa per qualche tempo in acqua con tutto l'imballo (o con il contenitore) al fine di facilitare l'assorbimento dei successivi innaffiamenti. Prima di mettere in opera le piante a radici nude, invece, e necessario che l'apparato radicale venga spuntato estremità delle radici sane, privato di quelle rotte o danneggiate e successivamente indaffarato con un impasto di argilla e concime.
Tutte le piante messe a dimora dovranno essere potate, rispettandone il portamento naturale e le caratteristiche specifiche, soltanto a piantagione e a palificazione avvenuta e sotto la supervisione della Direzione dei Lavori. I tagli delle potature per l'alleggerimento e la formatura della chioma e per l'eliminazione dei polloni e dei rami secchi, spezzati o malformati, devono essere eseguiti con strumenti adatti, ben taglienti e puliti. Se i tagli sono più larghi di 1,5 cm, devono essere immediatamente protetti con un mastice apposito per dendrochirurgia.
Nel caso fosse necessario, per agevolare il trapianto, l'impresa, su indicazione della Direzione dei Lavori, irrorerà le piante con prodotti antitraspiranti usando attrezzature di potenza adeguata alle dimensioni delle piante da trattare.

36.10 - Messa a dimora di alberi ed arbusti sempreverdi
Gli alberi e gli arbusti sempreverdi dovranno essere forniti esclusivamente con zolla o in contenitore ed essere messi a dimora preferibilmente nei mesi di aprile ed ottobre. Le procedure da seguire per la piantagione di queste piante sono analoghe a quelle riportate all'inizio dell'articolo relativo alla messa a dimora. Le piante sempreverdi e resinose non devono essere potate; saranno eliminati, salvo diverse specifiche indicazioni della Direzione dei Lavori, soltanto i rami secchi, spezzati o danneggiati, secondo quanto specificato al punto alberi ed arbusti a foglia caduca.
Fatta eccezione per le conifere sempreverdi, in caso di necessita, e possibile anche per queste piante fare ricorso all'uso di antitraspiranti.

36.11 - Messa a dimora delle piante tappezzanti, delle erbacee perenni ed annuali e delle piante rampicanti, sarmentose e ricadenti
La messa a dimora di queste piante, normalmente fornite tutte in contenitore, e identica per ognuna delle diverse tipologie sopraindicate e deve essere effettuata in buche, preparate al momento, più grandi di circa cm 15 del diametro dei contenitori delle singole piante. Se le piante sono

state fornite in contenitori tradizionali (vasi di terracotta o di plastica, recipienti metallici, ecc.) questi devono essere rimossi; se invece in contenitori di materiale deperibile (torba, pasta di cellulosa compressa, ecc.) le piante possono essere messe a dimora con tutto il vaso. In ogni caso le buche devono essere poi colmate con terra vegetale mista a concime, ben pressata, intorno alle piante. L'impresa e tenuta infine a completare la piantagione delle specie rampicanti, sarmentose e ricadenti, legandone i getti, ove necessario, alle apposite strutture di sostegno in modo da guidarne lo sviluppo per ottenere i migliori risultati in relazione agli scopi della sistemazione.

34.12 - Messa a dimora delle piante acquatiche e palustri

A causa delle specifiche esigenze di questo tipo di piante l'Impresa seguirà, per la loro messa a dimora, tutte le indicazioni riportate sugli elaborati di progetto e le specificazioni fornite dalla Direzione dei Lavori, e sarà responsabile della corretta sistemazione delle piante in merito alle condizioni di umidità o alla appropriata profondità di acqua di cui le diverse specie utilizzate (in particolar modo quelle acquatiche) necessitano.

36.13 - Formazione dei prati

La formazione dei prati dovrà aver luogo dopo la messa a dimora di tutte le piante (in particolar modo di quelle arboree ed arbustive) previste in progetto e dopo la esecuzione delle eventuali opere murarie e delle attrezzature di arredo. Tutte le aree da seminare o piantare a prato non dovranno essere sistemate fino a che non sia stato installato e reso operante un adeguato sistema di irrigazione, oppure siano stati approntati materiali e metodi per l'innaffiamento manuale. Dopo la preparazione del terreno, l'area sarà, su indicazioni della Direzione dei Lavori, seminata, erpicata meccanicamente o trattata a mano per una profondità di 3 ÷ 5 cm. e, dopo il secondo sfalcio, ulteriormente concimata in superficie con fertilizzanti azotati. Il miscuglio dei semi deve essere adatto alla zona, alla esposizione e al terreno, deve essere stato composto secondo le percentuali precisate in progetto ed essere stato precedentemente approvato dalla Direzione dei Lavori. Terminate le operazioni di semina o piantagione, il terreno deve essere immediatamente bagnato fino a che il suolo non risulti imbevuto di acqua fino alla profondità di almeno 5 cm. Per impedire che l'acqua possa asportare semi o terriccio, l'irrigazione dei prati appena formati deve essere realizzata per mezzo di irrigatori provvisti di nebulizzatori.
Al collaudo i tappeti erbosi dovranno presentarsi perfettamente inerbiti con le specie previste, esenti da erbe infestanti, malattie, radure ed avvallamenti dovuti ad assestamento del terreno o ad altre cause.

36.14 - Messa a dimora delle zolle erbose

Le zolle erbose in rotolo o in zolle per la formazione dei prati a "pronto effetto" devono essere messe a dimora stendendole sul terreno in modo che siano ben ravvicinate. Per favorirne l'attecchimento, ultimata questa operazione, le zolle devono essere cosparse con uno strato di terriccio (composto con terra vegetale, sabbia, torba e concime), compattate per mezzo di battitura o di rullatura e, infine, abbondantemente innaffiate. Nel caso debbano essere collocate su terreni in pendio o su scarpate, le zolle erbose devono essere anche fissate al suolo per mezzo di picchetti di legno, e inoltre buona norma costipare i vuoti fra le zolle con terriccio.
Le zolle di essenze prative stolonifere destinate alla formazione di tappeti erbosi con il metodo della "propagazione" devono essere accuratamente diradate o tagliate in porzioni minori e successivamente messe a dimora nella densità precisata negli elaborati di progetto o stabilita dalla Direzione dei Lavori. Le cure colturali sono analoghe a quelle precedentemente riportate.
Inerbimento delle scarpate e dei terreni in pendio Per evitare frane e fenomeni erosivi causati dalla pioggia, le scarpate e i terreni con pronunciata pendenza dovranno essere seminati con specie caratterizzate da un potente apparato radicale e adatte a formare uno stabile tappeto erboso polifito; il miscuglio di sementi da usare deve essere stato precedentemente approvato dalla Direzione dei Lavori.
La Direzione dei Lavori si riserva anche di indicare, in relazione alla pendenza, alla natura e alla esposizione del terreno, quale dei vari metodi seguire per il trattamento dei diversi tratti da sistemare:

- semina normale;
- semina con impiego di collanti;
- semina protetta da pellicole di emulsioni bituminose o plastiche;
- semina protetta da pacciamatura cosparsa a mano o a macchina.

36.15 - Protezione delle piante messe a dimora

Nelle zone dove potrebbero verificarsi danni causati da animali domestici o selvatici oppure dal transito di uomini o automezzi, l'Impresa dovrà proteggere le piante messe a dimora con opportuni ripari (reti metalliche, protezioni in ferro o in legno, griglie, ecc.) precedentemente concordati ed approvati dalla Direzione dei Lavori.
Su indicazione della Direzione dei Lavori, alcuni tipi di piante (tappezzanti, piccoli arbusti, ecc.) dovranno, in caso di necessità, essere protette dai danni della pioggia battente, dalla essiccazione e dallo sviluppo di erbe infestanti per mezzo di uno strato di circa 10 cm di spessore di pacciame (paglia, foglie secche, segatura, cippatura di ramaglia e di corteccia di conifere, etc.) od altro analogo materiale purché precedentemente approvato dalla Direzione dei Lavori.

36.16 - Manutenzione degli spazi verdi

La manutenzione degli spazi verdi viene appaltata con contratto particolare, però qualora sia stato eseguito un nuovo impianto di sistemazione a verde, all'appaltatore dello stesso compete un primo anno di manutenzione gratuita dalla data del verbale di ultimazione dei lavori. Nel caso di appalto di manutenzione, possono essere ordinati all'Imprenditore edile rinnovi di piantagioni, nuove opere, anche di limitata entità. Le opere di manutenzione prevedono:

- concimazioni chimiche;
- innaffiamenti;
- rifacimenti di aree erbose a scarsa vegetazione o dissesti da interventi sulle aree stesse;
- raccolta ed asporto dei sassi, materiali vari inerti giacenti sulle aiuole;
- fornitura e stesa terra di colture per l'eliminazione di avvallamenti e assestamenti;
- pulizia di aiuole e cortili in terra battuta da foglie;
- tagli e tosatura tappeti erbosi: sono previsti secondo necessità da un minimo di tre ad un massimo di cinque interventi per anno.

Il taglio dell'erba sarà eseguito esclusivamente con mezzi meccanici a lama rotante e/o con trituratori a coltelli, salvo diverse disposizioni impartite dalla Direzione dei Lavori ed integrati con altri attrezzi atti a completare l'operazione. Ad ogni intervento i bordi delle aiuole dovranno essere rifiniti nei particolari ed eseguita la spollonatura. I materiali di risulta saranno allontanati e trasportati alle discariche autorizzate entro e non oltre il secondo giorno successivo alla esecuzione delle varie operazioni. Qualora per necessità operativa, l'Imprenditore edile dovesse sporcare strade e aree comuni, sarà tenuto a pulirle senza compenso.
Qualora i residui erbosi, provenienti dallo sfalcio, risultano minuti od in quantità non eccessiva, la raccolta non sarà eseguita e pertanto non compensata.

37 Ascensori e piattaforme elevatrici

37.1 - Generalità - Osservazioni preliminari

I requisiti essenziali di sicurezza e di salute relativi alla progettazione e alla costruzione degli ascensori e dei componenti di sicurezza sono disciplinati dal D.P.R. 30 aprile 1999, n. 162, recante il regolamento contenente norme per l'attuazione della direttiva 95/16/CE sugli ascensori, e di semplificazione dei procedimenti per la concessione del nulla osta per ascensori e montacarichi, nonché della relativa licenza di esercizio.
Applicazione della direttiva 89/392/CEE, modificata dalle direttive 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE.
Allorquando il rischio corrispondente sussiste e non è trattato nell'allegato I del D.P.R. 162/1999, si applicano i requisiti essenziali di salute e di sicurezza di cui all'allegato I della direttiva 89/392/CEE. In ogni caso, si applica il requisito essenziale di cui al punto 1.1.2 dell'allegato I della direttiva 83/392/CEE.
Gli obblighi previsti dai requisiti essenziali di sicurezza e di salute si applicano soltanto se sussiste il rischio corrispondente per l'ascensore o per il componente di sicurezza in questione allorché viene utilizzato alle condizioni previste dall'installatore dell'ascensore o dal fabbricante del componente di sicurezza.
I requisiti essenziali di sicurezza e di salute elencati nella direttiva sono inderogabili. Tuttavia, tenuto conto dello stato della tecnica, gli obiettivi da essi prefissi possono non essere raggiunti. In questo caso e nella misura del possibile, l'ascensore o il componente di sicurezza deve essere costruito per tendere verso tali obiettivi.
Il fabbricante del componente di sicurezza e l'installatore dell'ascensore hanno l'obbligo di effettuare un'analisi dei rischi per individuare tutti quelli che concernono il loro prodotto. Devono, inoltre, costruirlo tenendo presente tale analisi.

37.2 - Aspetti specifici

1 - Cabina

La cabina deve essere costruita in modo da offrire lo spazio e la resistenza corrispondenti al numero massimo di persone e al carico nominale dell'ascensore fissati dall'installatore.
Se l'ascensore è destinato al trasporto di persone e le dimensioni lo permettono, la cabina deve essere costruita in modo da non ostacolare o impedire tramite le sue caratteristiche strutturali l'accesso e l'uso da parte dei disabili e in modo da permettere tutti gli adeguamenti appropriati destinati a facilitarne l'utilizzazione.

2 - Elementi di sospensione e elementi di sostegno

Gli elementi di sospensione e/o sostegno della cabina, compresi i collegamenti e gli attacchi terminali, devono essere studiati in modo da garantire un adeguato livello di sicurezza totale e ridurre al minimo il rischio di caduta della cabina, tenendo conto delle condizioni di utilizzazione, dei materiali impiegati e delle condizioni di fabbricazione.
Qualora per la sospensione della cabina si utilizzino funi o catene, devono esserci almeno due funi o catene indipendenti l'una dall'altra, ciascuna con un proprio sistema di attacco. Tali funi o catene non devono comportare né raccordi né impiombature, eccetto quelli necessari al loro fissaggio o al loro allacciamento.

3 - Controllo delle sollecitazioni (compresa la velocità eccessiva)

Gli ascensori devono rendere senza effetto l'ordine di comando dei movimenti, qualora il carico superi il valore nominale.
Gli ascensori devono essere dotati di un dispositivo limitatore di velocità eccessiva. Detti requisiti non si applicano agli ascensori che, per la progettazione del sistema di azionamento, non possono raggiungere una velocità eccessiva.
Gli ascensori a velocità elevata devono essere dotati di un dispositivo di controllo e di regolazione della velocità.
Gli ascensori con puleggia di frizione devono essere progettati in modo che sia assicurata la stabilità delle funi di trazione sulla puleggia.

4 - Motore

Ciascun ascensore destinato al trasporto di persone deve avere un proprio macchinario. Questo requisito non concerne gli ascensori in cui i contrappesi siano sostituiti da una seconda cabina.
L'installatore dell'ascensore deve prevedere che il macchinario e i dispositivi associati di un ascensore non siano accessibili tranne che per la manutenzione e per i casi di emergenza.

5 - Comandi

I comandi degli ascensori destinati al trasporto dei disabili non accompagnati devono essere opportunamente progettati e disposti.
La funzione dei comandi deve essere chiaramente indicata.
I circuiti di azionamento di una batteria di ascensori possono essere destinati o interconnessi.
Il materiale elettrico deve essere installato e collegato in modo che:

- sia impossibile fare confusione con circuiti non appartenenti all'ascensore;
- l'alimentazione di energia possa essere commutata sotto carico;
- i movimenti dell'ascensore dipendano da meccanismi di sicurezza collocati in un circuito di comando a sicurezza intrinseca;
- un guasto all'impianto elettrico non provochi una situazione pericolosa.

6 - Rischi per le persone al di fuori della cabina

L'ascensore deve essere progettato e costruito in modo tale che l'accesso al volume percorso dalla cabina sia impedito, tranne che per la manutenzione e i casi di emergenza. Prima che una persona si trovi in tale volume, l'utilizzo normale dell'ascensore deve essere reso impossibile.
L'ascensore deve essere costruito in modo da impedire il rischio di schiacciamento quando la cabina venga a trovarsi in una posizione estrema. Tale obiettivo si raggiunge mediante uno spazio libero o un volume di rifugio oltre le posizioni estreme.
Gli accessi di piano per l'entrata e l'uscita della cabina devono essere muniti di porte di piano aventi una resistenza meccanica sufficiente in funzione delle condizioni di uso previste. Nel funzionamento normale, un dispositivo di interbloccaggio deve rendere impossibile:

- un movimento della cabina comandato deliberatamente se non sono chiuse e bloccate tutte le porte di piano;
- l'apertura di una porta di piano se la cabina non si è fermata ed è al di fuori della zona di piano prevista a tal fine.

Tuttavia, tutti i movimenti di ripristino del livello al piano con porte aperte sono ammessi nelle zone definite, a condizione che la velocità di tale ripristino sia controllata.

7 - Rischi per le persone nella cabina

Le cabine degli ascensori devono essere completamente chiuse da pareti cieche, compresi pavimenti e soffitti (a eccezione di aperture di ventilazione), e dotate di porte cieche. Le porte delle cabine devono essere progettate e installate in modo che la cabina non possa effettuare alcun movimento, tranne quelli di ripristino del livello se le porte non sono chiuse, e si fermi in caso di apertura delle porte.
Le porte delle cabine devono rimanere chiuse e bloccate in caso di arresto tra due livelli se esiste un rischio di caduta tra la cabina e le difese del vano o in mancanza di difese del vano.
In caso di guasto dell'alimentazione di energia o dei componenti, l'ascensore deve essere dotato di dispositivi destinati a impedire la caduta libera della cabina o movimenti ascendenti incontrollati di essa.
Il dispositivo che impedisce la caduta libera della cabina deve essere indipendente dagli elementi di sospensione della cabina.

Tale dispositivo deve essere in grado di arrestare la cabina con il suo carico nominale e alla velocità massima prevista dall'installatore dell'ascensore. L'arresto dovuto all'azione di detto dispositivo non deve provocare una decelerazione pericolosa per gli occupanti, in tutte le condizioni di carico.
Devono essere installati ammortizzatori tra il fondo del vano di corsa e il pavimento della cabina. In questo caso, lo spazio libero deve essere misurato con gli ammortizzatori completamente compressi. Detto requisito non si applica agli ascensori la cui cabina, per la progettazione del sistema di azionamento, non può invadere lo spazio libero.
Gli ascensori devono essere costruiti in modo tale da poter essere messi in movimento soltanto se il dispositivo è in posizione operativa.

8 - Altri rischi

Quando sono motorizzate, le porte di piano, le porte delle cabine o l'insieme di esse devono essere munite di un dispositivo che eviti i rischi di schiacciamento durante il loro movimento.
Quando devono contribuire alla protezione dell'edificio contro l'incendio, le porte di piano, incluse quelle che comprendono parti vetrate, devono presentare un'adeguata resistenza al fuoco, caratterizzata dalla loro integrità e dalle loro proprietà relative all'isolamento (non propagazione della fiamma) e alla trasmissione di calore (irraggiamento termico).
Gli eventuali contrappesi devono essere installati in modo tale da evitare qualsiasi rischio di collisione con la cabina o di caduta sulla stessa.
Gli ascensori devono essere dotati di mezzi che consentano di liberare e di evacuare le persone imprigionate nella cabina.
Le cabine devono essere munite di mezzi di comunicazione bidirezionali che consentano di ottenere un collegamento permanente con un servizio di pronto intervento.
Gli ascensori devono essere progettati e costruiti in modo tale che, se la temperatura nel locale del macchinario supera quella massima prevista dall'installatore dell'ascensore, essi possano terminare i movimenti in corso e non accettino nuovi ordini di manovra.
Le cabine devono essere progettate e costruite in modo da assicurare un'aerazione sufficiente ai passeggeri, anche in caso di arresto prolungato.
Nella cabina vi deve essere un'illuminazione sufficiente durante l'uso o quando una porta è aperta. Inoltre, deve esistere un'illuminazione di emergenza.
I mezzi di comunicazione e l'illuminazione di emergenza devono essere costruiti per poter funzionare anche in caso di mancanza di energia normale di alimentazione. Il loro tempo di funzionamento deve essere sufficiente per consentire il normale svolgimento delle operazioni di soccorso.
Il circuito di comando degli ascensori utilizzabili in caso di incendio deve essere progettato e costruito in modo che si possa evitarne l'arresto ad alcuni piani e consentire il controllo preferenziale dell'ascensore da parte delle squadre di soccorso.

9 - Marcatura

Oltre alle indicazioni minime prescritte per qualsiasi macchina conformemente al punto 1.7.3 dell'allegato I della direttiva 89/392/CEE, ogni cabina deve essere dotata di una targa ben visibile, nella quale siano chiaramente indicati il carico nominale di esercizio in chilogrammi e il numero massimo di persone che possono prendervi posto, nonché il numero di matricola.
Se l'ascensore è progettato in modo tale che le persone imprigionate nella cabina possano liberarsi senza ricorrere ad aiuto esterno, le istruzioni relative devono essere chiare e visibili nella cabina.

10 - Istruzioni per l'uso

I componenti di sicurezza di cui all'allegato IV del citato D.P.R. n. 162/1999 devono essere corredati di un libretto d'istruzioni redatto in lingua italiana o in un'altra lingua comunitaria accettata dall'installatore, di modo che il montaggio, i collegamenti, la regolazione e la manutenzione, possano essere effettuati correttamente e senza rischi.
Detta documentazione deve comprendere almeno:

- un libretto d'istruzioni contenente i disegni e gli schemi necessari all'utilizzazione normale, nonché alla manutenzione, all'ispezione, alla riparazione, alle verifiche periodiche e alla manovra di soccorso;
- un registro sul quale si possono annotare le riparazioni e, se del caso, le verifiche periodiche.

11 - Marcatura CE di conformità

Il D.P.R. n. 162/1999, all'art. 7 ha introdotto la marcatura CE di conformità, costituita dalle iniziali CE, secondo il modello grafico di cui all'allegato III dello stesso decreto.
La marcatura CE deve essere apposta in ogni cabina di ascensore in modo chiaro e visibile, conformemente al punto 5 dell'allegato I della direttiva 89/392/CEE, e deve altresì essere apposta su ciascun componente di sicurezza elencato nell'allegato IV sempre del D.P.R. n. 162/1999 o, se ciò non è possibile, su un'etichetta fissata al componente di sicurezza.
È vietato apporre sugli ascensori o sui componenti di sicurezza marcature che possano indurre in errore i terzi circa il significato e il simbolo grafico della marcatura CE. Sugli ascensori o sui componenti di sicurezza può essere apposto ogni altro marchio, purché questo non limiti la visibilità e la leggibilità della marcatura CE.
Quando sia accertata un'apposizione irregolare di marcatura CE, l'installatore dell'ascensore, il fabbricante del componente di sicurezza o il mandatario di quest'ultimo stabilito nel territorio dell'Unione europea devono conformare il prodotto alle disposizioni sulla marcatura CE.
In caso di riduzione o di ingrandimento della marcatura CE, devono essere rispettate le proporzioni indicate nel simbolo di cui sopra.
I diversi elementi della marcatura CE devono avere sostanzialmente la stessa dimensione verticale, che non può essere inferiore a 5 mm. Per i componenti di sicurezza di piccole dimensioni si può derogare a detta dimensione minima.

12 - Componenti di sicurezza

L'elenco dei componenti di sicurezza di cui all'art. 1, comma 1, e all'art. 8, comma 1, del D.P.R. n. 162/1999 è il seguente:

- dispositivi di bloccaggio delle porte di piano;
- dispositivi paracadute (di cui al paragrafo 3.2 dell'allegato 1) che impediscono la caduta della cabina o movimenti ascendenti incontrollati;
- dispositivi di limitazione di velocità eccessiva;
- ammortizzatori ad accumulazione di energia a caratteristica non lineare o con smorzamento del movimento di ritorno;
- ammortizzatori a dissipazione di energia;
- dispositivi di sicurezza su martinetti dei circuiti idraulici di potenza quando sono utilizzati come dispositivi paracadute;
- dispositivi elettrici di sicurezza con funzione di interruttori di sicurezza con componenti elettronici.

13 - Requisiti dimensionali e prestazionali degli ascensori per i soggetti portatori di handicap

I requisiti dimensionali e prestazionali degli ascensori previsti dal D.M. n. 236/1989 per i soggetti portatori di handicap sono i seguenti:
a) negli edifici di nuova edificazione non residenziali l'ascensore deve avere le seguenti caratteristiche:

- cabina di dimensioni minime di 1,40 ml. di profondità e 1,10 ml. di larghezza;
- porta con luce netta minima di 0,80 ml., posta sul lato corto;
- piattaforma minima di distribuzione, anteriore alla porta della cabina, di 1,50 x 1,50 ml.

b) negli edifici di nuova edificazione residenziali l'ascensore deve avere le seguenti caratteristiche:

- cabina di dimensioni minime di 1,30 m di profondità e 0,95 m di larghezza;

- porta con luce netta minima di 0,80 m posta sul lato corto;
- piattaforma minima di distribuzione, anteriore alla porta della cabina, di 1,50 x 1,50 ml.

c) l'ascensore, in caso di adeguamento di edifici preesistenti, ove non sia possibile l'installazione di cabine di dimensioni superiori, può avere le seguenti caratteristiche:

- cabina di dimensioni minime di 1,20 ml. di profondità e 0,80 ml. di larghezza;
- porta con luce netta minima di 0,75 ml. posta sul lato corto;
- piattaforma minima di distribuzione, anteriore alla porta della cabina, di 1,40 x 1,40 ml.

Le porte di cabina e di piano devono essere del tipo a scorrimento automatico. Nel caso di adeguamento, la porta di piano può essere ad anta incernierata, purché dotata di sistema per l'apertura automatica.
In tutti i casi, le porte devono rimanere aperte per almeno otto secondi e il tempo di chiusura non deve essere inferiore a quattro secondi.
L'arresto ai piani deve avvenire con autolivellamento, con tolleranza massima ± 2 cm.
Lo stazionamento della cabina ai piani di fermata deve avvenire con porte chiuse.
La bottoniera di comando interna ed esterna deve avere i bottoni a una altezza massima compresa tra 1,10 ml. e 1,40 ml.; per ascensori del tipo a), b) e c); la bottoniera interna deve essere posta su una parete laterale ad almeno 35 cm dalla porta della cabina.
Nell'interno della cabina, oltre al campanello di allarme, deve essere posto un citofono ad altezza compresa tra 1,10 m e 1,30 m e una luce d'emergenza con autonomia minima di tre ore.
I pulsanti di comando devono prevedere la numerazione in rilievo e le scritte con traduzione in braille (in adiacenza alla bottoniera esterna deve essere posta una placca di riconoscimento di piano in caratteri braille).
Si deve prevedere la segnalazione sonora dell'arrivo al piano e, ove possibile, l'installazione di un sedile ribaltabile con ritorno automatico.

14 - Impianto elettrico

L'impianto elettrico degli ascensori, oltre alle norme specifiche, deve fare riferimento alle seguenti norme riguardanti:
- il quadro di sezionamento locale dell'ascensore (elevatore);
- gli impianti elettrici di alimentazione e gli impianti ausiliari per gli ascensori;
- gli ascensori antincendio e di soccorso.

37.3 - Quadro di sezionamento locale dell'ascensore (elevatore)

Il quadro elettrico di sezionamento locale ascensore può essere di competenza:

- dell'installatore elettrico;
- dell'installatore dell'impianto di ascensore.

Il quadro elettrico di sezionamento delle linee di energia e luce e di protezione delle linee luce deve avere struttura in materiale isolante o lamiera, posizionato all'interno del locale sala macchina ascensori, immediatamente vicino alla porta d'ingresso.
Per impianti senza locale macchina (*Machine Room Less*, MRL), le apparecchiature del quadro devono essere posizionate all'interno del pannello di manutenzione posto all'esterno del vano corsa. Il grado di protezione deve essere di almeno IP 30.
Il quadro deve contenere indicativamente un interruttore di sezionamento della linea di energia per ciascun ascensore, con protezione magnetotermica del tipo:

- con protezione differenziale (di tipo B in presenza di circuiti in corrente continua: IEC 60755);
- con sensibilità massima di 1,0 A e sensibilità minima di 0,3 A per impianti dotati di variatore di frequenza.

Per gli ascensori dotati di dispositivi di emergenza per il riporto della cabina al piano in caso di mancanza di tensione, l'interruttore generale o il comando per l'interruttore devono avere un polo supplementare per l'apertura del circuito di alimentazione del suddetto dispositivo.

37.4 - Impianti elettrici di alimentazione e impianti ausiliari per gli ascensori

La linea di alimentazione di un ascensore deve partire dall'interruttore di protezione differenziale posto sul quadro elettrico generale, che può essere posizionato:

- nel locale contatore;
- nel locale portineria o piano.

L'interruttore generale posto sul quadro interruttori del locale del macchinario deve poter togliere tensione all'impianto, salvo che alle linee di illuminazione. In alcuni casi, per impianti senza locale del macchinario, può essere richiesto un sezionatore sotto carico da posizionarsi all'interno del vano corsa all'ultimo piano dell'edificio servito dall'ascensore.
La sensibilità dell'interruttore differenziale del quadro elettrico di distribuzione dell'energia (posto all'inizio della linea di alimentazione) deve essere tale da garantire la protezione dai contatti indiretti e consentire la continuità di servizio dell'impianto.
Se gli ascensori devono essere dotati di dispositivi di emergenza per il riporto della cabina al piano in caso di mancanza di tensione, l'interruttore generale o il comando per l'interruttore devono avere un polo supplementare per l'apertura del circuito di alimentazione del suddetto dispositivo.
Nei vani corsa e nei locali del macchinario degli ascensori, non devono essere disposte condutture o tubazioni che non appartengano agli impianti ascensori stessi, salvo le eventuali condutture per il riscaldamento del vano, a condizione che non siano a vapore o ad acquai in pressione, e che le apparecchiature di regolazione siano poste al di fuori del vano.
I vani corsa devono essere illuminati artificialmente. Nella fossa devono essere installati in posizione accessibile dall'ingresso:

- una presa protetta;
- un interruttore per l'accensione dell'illuminazione;
- un pulsante per l'arresto in emergenza dell'ascensore.

Tutte le cabine degli impianti devono essere munite di un mezzo di comunicazione bidirezionale che consenta di comunicare con un servizio di pronto intervento; tale requisito normalmente rende necessaria l'adozione di una linea telefonica dedicata (fissa o mobile, di tipo GSM).

37.5 - Ascensori antincendio e di soccorso

Nei vani corsa e nei locali del macchinario degli ascensori non devono essere disposte condutture o tubazioni che non appartengano agli impianti ascensori stessi, salvo le eventuali condutture per il riscaldamento del vano, a condizione che non siano a vapore o ad acquai in pressione, e che le apparecchiature di regolazione siano poste al di fuori del vano.
I vani corsa devono essere illuminati artificialmente. Nella fossa devono essere installati una presa protetta, un interruttore per l'accensione dell'illuminazione e un pulsante per l'arresto in emergenza dell'ascensore accessibili dall'ingresso.
Il tetto della cabina deve essere dotato di una botola delle dimensioni minime di 0,50 x 0,70 ml.
Tutte le cabine degli impianti devono essere munite di un mezzo di comunicazione bidirezionale che consenta di comunicare con un servizio di pronto intervento. Tale requisito normalmente rende necessaria l'adozione di una linea telefonica dedicata (fissa o mobile, di tipo GSM).
La linea di alimentazione deve essere distinta dalle linee di alimentazione di altri ascensori e deve essere suddivisa in:

- alimentazione ordinaria;
- alimentazione secondaria di sicurezza.

I montanti dell'alimentazione elettrica secondaria del macchinario devono essere separati dall'alimentazione primaria del macchinario e devono avere una protezione non inferiore a quella richiesta per il vano corsa e comunque non inferiore a REI 60.
In caso di incendio il passaggio dall'alimentazione primaria a quella secondaria di sicurezza deve essere automatico per cui occorre prevedere un dispositivo di tele-commutazione, ubicato:

- all'interno del locale macchina (qualora esistente);
- in armadio posto in corrispondenza nell'ultima fermata in alto in prossimità del pannello di manutenzione (qualora non esista il locale macchina).

37.6 - Piattaforme elevatrici

Le piattaforme elevatrici per superare dislivelli, di norma non superiori a 4 m, e con velocità non superiore a 0,1 m/s, devono rispettare, per quanto compatibili, le prescrizioni tecniche specificate per i servoscala.
Le piattaforme e il relativo vano corsa devono avere opportuna protezione e i due accessi muniti di cancelletto.
La protezione del vano corsa e il cancelletto del livello inferiore devono avere altezza tale da non consentire il raggiungimento dello spazio sottostante la piattaforma, in nessuna posizione della stessa.
La portata utile minima deve essere di 130 kg.
Il vano corsa deve avere dimensioni minime pari a 0,80 m x 1,20 m.
Se le piattaforme sono installate all'esterno, gli impianti devono risultare protetti dagli agenti atmosferici.
I requisiti costruttivi dei montascale, per molto tempo privi di regolamentazione, sono contenuti nella norma **UNI 9801**.
I componenti di sicurezza dei montacarichi, soggetti a dichiarazione di conformità da parte del costruttore ai sensi del **D.P.R. n. 459/1996**, sono:

- i dispositivi di blocco delle porte o portelli di piano;
- il dispositivo contro l'eccesso di velocità;
- la valvola di blocco (o la valvola di riduzione differenziale);
- i circuiti di sicurezza con componenti elettronici;
- il paracadute;
- gli ammortizzatori, esclusi quelli a molla senza ritorno ammortizzato.

37.7 - Regole di prevenzione incendi per attività soggette ai controlli di prevenzione

Le regole di prevenzione incendi per i vani degli impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi devono essere conformi al D.M. 15 settembre 2005.
Le pareti del vano di corsa, le pareti del locale del macchinario (se esiste) e le pareti del locale delle pulegge di rinvio (se esiste), ivi compresi porte e portelli di accesso, nel caso in cui non debbano partecipare alla compartimentazione dell'edificio, devono comunque essere costituite da materiale non combustibile.
Le pareti del locale del macchinario (se esiste) e le pareti del locale delle pulegge di rinvio (se esiste), ivi comprese le loro porte e botole di accesso, se poste in alto e se esigenze di compartimentazione lo richiedano, devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco uguali o superiori a quelle richieste per le pareti del vano di corsa con il quale comunicano.
I setti di separazione tra vano di corsa e locale del macchinario (se esiste) o locale delle pulegge di rinvio (se esiste) devono essere realizzati con materiale non combustibile. I fori di comunicazione, attraverso detti setti per passaggio di funi, cavi o tubazioni, devono avere le dimensioni minime indispensabili.
All'interno del vano di corsa, del locale del macchinario (se esiste), del locale delle pulegge di rinvio (se esiste) e delle aree di lavoro destinate agli impianti di sollevamento, non devono esserci tubazioni o installazioni diverse da quelle necessarie al funzionamento o alla sicurezza dell'impianto, come prescritto dalla direttiva 95/16/CE.
L'intelaiatura di sostegno della cabina deve essere realizzata con materiale non combustibile. Le pareti, il pavimento e il tetto devono essere costituiti da materiali di classe di reazione al fuoco non superiore a 1. Per gli ascensori antincendio e per quelli di soccorso, anche le pareti, il pavimento e il soffitto della cabina devono essere realizzati con materiale non combustibile.
Le aree di sbarco protette, realizzate negli edifici, quando necessario davanti agli accessi di piano degli impianti di sollevamento, nonché nell'eventuale piano predeterminato d'uscita, di cui al paragrafo 86.5.5, devono essere tali che si possa ragionevolmente escludere ogni possibilità d'incendio in esse.

37.8 - Vano di corsa

In relazione alle pareti del vano di corsa, si distinguono tre tipi di impianti di sollevamento:

- in vano aperto;
- in vano protetto;
- in vano a prova di fumo.

a - Vano aperto

Si considera *vano aperto* un vano di corsa che non deve costituire compartimento antincendio. In tal caso, è sufficiente che le pareti del vano di corsa e le porte di piano e le eventuali altre porte o portelli di soccorso e ispezione siano realizzati con materiali non combustibili.

b - Vano protetto

Si considera *vano protetto* un vano di corsa per il quale sono soddisfatti i seguenti requisiti:

1. le pareti del vano corsa, comprese le porte di piano, le porte di soccorso, le porte e i portelli d'ispezione, le pareti del locale del macchinario (se esiste), le pareti del locale delle pulegge di rinvio (se esiste), nonché gli spazi del macchinario e le aree di lavoro (se disposti fuori del vano di corsa), devono avere le stesse caratteristiche di resistenza al fuoco del compartimento. Gli eventuali fori di passaggio di funi, cavi e tubi relativi all'impianto, che devono attraversare gli elementi di separazione resistenti al fuoco, devono avere le dimensioni minime indispensabili in relazione a quanto precedentemente stabilito;
2. tutte le porte di piano, d'ispezione e di soccorso devono essere a chiusura automatica e avere le stesse caratteristiche di resistenza al fuoco del compartimento.

c - Vano a prova di fumo

Si considera *vano a prova di fumo* un vano di corsa per il quale siano soddisfatti i seguenti requisiti:

- le pareti del vano di corsa devono essere separate dal resto dell'edificio a tutti i piani e su tutte le aperture, ivi comprese le porte di piano, di soccorso e di ispezione sul vano di corsa, mediante filtro a prova di fumo. È consentito che il filtro a prova di fumo sia unico per l'accesso sia alle scale sia all'impianto di sollevamento, fatta eccezione per gli impianti di cui ai successivi paragrafi 86.5.6 e 86.5.7;
- le pareti del vano di corsa, comprese le porte di piano, le porte di soccorso, le porte e i portelli d'ispezione, le pareti del locale del macchinario (se esiste), le pareti del locale delle pulegge di rinvio (se esiste), nonché gli spazi del macchinario e le aree di lavoro (se disposti fuori del vano di corsa) devono avere le stesse caratteristiche di resistenza al fuoco del compartimento. Gli eventuali fori di passaggio di funi, cavi e tubi relativi all'impianto, che devono attraversare gli elementi di separazione resistenti al fuoco, devono avere le dimensioni minime indispensabili in relazione a quanto stabilito al paragrafo 86.5.1;

- le porte di piano, di ispezione e di soccorso possono dare accesso direttamente ad aree di sbarco che siano aperte per almeno un lato verso uno spazio scoperto, ovvero verso filtri a prova di fumo.

37.9 - Accessi al locale del macchinario, agli spazi del macchinario e/o alle aree di lavoro

Per i vani di cui ai paragrafi precedenti, gli accessi al locale del macchinario, se esiste, gli accessi al locale delle pulegge di rinvio, se esiste, nonché agli spazi del macchinario e alle aree di lavoro devono avvenire attraverso spazi scoperti o protetti con filtri a prova di fumo.
Per i vani degli ascensori antincendio e di soccorso, gli accessi al locale del macchinario e gli accessi al locale delle pulegge di rinvio (se esiste) devono avvenire attraverso spazi scoperti o protetti con filtri a prova di fumo, con esclusione di quelli in sovrappressione.
Nei vani protetti, a prova di fumo e di corsa per ascensore antincendio, in cui sono installati impianti di sollevamento ad azionamento idraulico, i serbatoi che contengono l'olio devono essere chiusi e costruiti in acciaio. Le tubazioni per l'olio, se installate fuori del vano di corsa, devono essere di acciaio. In alternativa, i serbatoi e le tubazioni devono essere protetti dall'incendio e dotati di chiusure capaci di trattenere l'olio.
Le aree di lavoro, poste fuori del vano di corsa, devono essere facilmente e chiaramente individuate e devono essere ubicate in ambienti aventi caratteristiche conformi a quelle stabilite per il vano di corsa.

37.10 - Aerazione del vano di corsa, dei locali del macchinario, delle pulegge di rinvio e/o degli ambienti contenenti il macchinario

Le aerazioni del vano di corsa, del locale del macchinario (se esiste), del locale delle pulegge di rinvio (se esiste) e/o degli spazi del macchinario devono essere fra loro separate e aperte direttamente o con canalizzazioni anche ad andamento suborizzontale, verso spazi scoperti, a condizione che sia garantito il tiraggio. Le canalizzazioni devono essere realizzate con materiale non combustibile.
L'aerazione del vano di corsa, degli spazi del macchinario o dei locali del macchinario e/o delle pulegge di rinvio (se esistono) deve essere permanente e realizzata mediante aperture, verso spazi scoperti, non inferiori al 3% della superficie in pianta del vano di corsa e dei locali, con un minimo di:

- 0,20 m² per il vano di corsa;
- 0,05 m² per il locale del macchinario (se esiste) e per il locale delle pulegge di rinvio (se esiste).

Dette aperture devono essere realizzate nella parte alta delle pareti del vano e/o dei locali da aerare e devono, inoltre, essere protette contro gli agenti atmosferici e contro l'introduzione di corpi estranei (animali vari, volatili, ecc.). Tali protezioni non devono consentire il passaggio di una sfera di diametro maggiore di 15 mm. Quando il vano di corsa è aperto su spazi scoperti, per esso non è richiesta aerazione.
La canalizzazione di aerazione del vano può attraversare il locale del macchinario, se esiste, o delle pulegge di rinvio. Allo stesso modo, la canalizzazione di aerazione degli ambienti contenenti il macchinario o del locale del macchinario (se esiste) può attraversare il vano di corsa e il locale delle pulegge di rinvio o altri locali interni dell'edificio, purché garantisca la prevista compartimentazione.

37.11 - Misure di protezione attiva

Se in vano protetto o in vano a prova di fumo, gli impianti di sollevamento, quando le esigenze di compartimentazione dell'edificio lo richiedono, prima che la temperatura raggiunga un valore tale da comprometterne il funzionamento, previo comando proveniente dal sistema di rilevazione di incendio dell'edificio, devono inviare la cabina al piano predeterminato di uscita e permettere a qualunque passeggero di uscire.
In prossimità dell'accesso agli spazi e/o al locale del macchinario deve essere disposto un estintore di classe 21A89BC, idoneo per l'uso in presenza d'impianti elettrici.
Nel locale del macchinario (se esiste), possono essere adottati impianti di spegnimento automatici, a condizione che siano del tipo previsto per incendi di natura elettrica, convenientemente protetti contro gli urti accidentali, e tarati a una temperatura nominale d'intervento tale che intervengano dopo che l'ascensore si sia fermato a seguito della manovra prevista al precedente paragrafo.

37.12 - Vani di corsa per ascensore antincendio

Il vano di corsa per un ascensore antincendio deve rispondere alle caratteristiche indicate per i vani a prova di fumo ed alle seguenti ulteriori misure:

- tutti i piani dell'edificio devono essere serviti dall'ascensore antincendio;
- l'uscita dall'ascensore deve immettere in luogo sicuro, posto all'esterno dell'edificio, in corrispondenza del piano predeterminato di uscita, direttamente o tramite percorso orizzontale protetto di lunghezza non superiore a 15 m, ovvero di lunghezza stabilita dalle disposizioni tecniche di settore;
- le pareti del vano di corsa, il locale del macchinario (se esiste), gli spazi del macchinario e le aree di lavoro di un ascensore antincendio devono essere distinti da quelli degli altri eventuali ascensori e appartenere a compartimenti differenti;
- gli elementi delle strutture del vano di corsa, del locale del macchinario (se esiste) o degli spazi del macchinario e delle aree di lavoro, se disposti fuori del vano di corsa, devono avere una resistenza al fuoco corrispondente a quella del compartimento e comunque non inferiore a REI 60;
- l'accesso al locale macchinario (se esiste), agli spazi del macchinario o alle aree di lavoro deve avvenire da spazio scoperto, esterno all'edificio o attraverso un percorso, protetto da filtro a prova di fumo di resistenza al fuoco corrispondente a quella del compartimento e comunque non inferiore a REI 60;
- ad ogni piano, all'uscita dall'ascensore, deve essere realizzata un'area dedicata di almeno 5 m² aperta, esterna all'edificio, oppure protetta da filtro a prova di fumo di resistenza al fuoco corrispondente a quella del compartimento e comunque non inferiore a REI 60;
- la botola installata sul tetto della cabina, per il salvataggio o per l'autosalvataggio di persone intrappolate, deve essere prevista con dimensioni minime di 0,50 x 0,70 ml., di facile accesso sia dall'interno, con la chiave di sblocco, sia dall'esterno della cabina. Le dimensioni interne della cabina devono essere di almeno 1,10 x 2,10 ml., con accesso sul lato più corto;
- le porte di piano devono avere resistenza al fuoco non inferiore a quella richiesta per il vano di corsa e, comunque, non inferiore a REI 60;
- la linea di alimentazione di un ascensore antincendio deve essere distinta da quella di ogni altro ascensore presente nell'edificio e deve avere una doppia alimentazione primaria e secondaria di sicurezza;
- i montanti dell'alimentazione elettrica del macchinario devono essere separati dall'alimentazione primaria e avere una protezione non inferiore a quella richiesta per il vano di corsa e, comunque, non inferiore a REI 60;
- in caso di incendio, il passaggio da alimentazione primaria ad alimentazione secondaria di sicurezza deve essere automatico;
- i locali del macchinario e delle pulegge di rinvio (se esistono) e il tetto di cabina devono essere provvisti di illuminazione di emergenza, con intensità luminosa di almeno 5 lux, a 1 ml. di altezza sul piano di calpestio e dotata di sorgente autonoma incorporata, con autonomia di almeno un'ora e, comunque, non inferiore al tempo di resistenza richiesto per l'edificio;
- in caso di incendio, la manovra di questi ascensori deve essere riservata ai vigili del fuoco ed eventualmente agli addetti al servizio antincendio opportunamente addestrati;
- un sistema di comunicazione bidirezionale deve collegare in maniera permanente la cabina all'ambiente contenente il macchinario o al locale del macchinario (se esiste) e alle aree di sbarco;

- nel progetto dell'edificio devono essere adottate misure idonee a limitare il flusso d'acqua nel vano di corsa, durante le operazioni di spegnimento di un incendio. Il materiale elettrico all'interno del vano di corsa (nella zona che può essere colpita dall'acqua usata per lo spegnimento dell'incendio) e l'illuminazione del vano, devono avere protezione IPX3;
- gli ambienti e le aree di sbarco protette devono essere tali da consentire il funzionamento corretto della manovra degli ascensori antincendio per tutto il tempo prescritto per la resistenza al fuoco dell'edificio;
- gli ascensori antincendio non vanno computati nella valutazione delle vie di esodo.

37.13 - Vano di corsa per ascensore di soccorso

Quando in un edificio, in relazione alle specifiche disposizioni di prevenzione incendi, deve essere installato un ascensore di soccorso, utilizzabile in caso di incendio, installato esclusivamente per trasporto delle attrezzature del servizio antincendio ed, eventualmente, per l'evacuazione di emergenza delle persone, devono essere adottate, oltre alle misure previste per i vani di corsa per ascensore antincendio, anche le seguenti:

- il numero degli ascensori di soccorso deve essere definito in modo da servire con essi l'intera superficie orizzontale di ciascun piano dell'edificio;
- il locale del macchinario deve essere installato nella sommità dell'edificio con accesso diretto dal piano di copertura del medesimo;
- non è ammesso un azionamento di tipo idraulico;
- i condotti di aerazione del locale del macchinario devono essere separati da quelli del vano di corsa. In caso di condotto di aerazione del vano di corsa, che attraversasse il locale del macchinario o che fosse contiguo, il condotto di aerazione deve essere segregato e protetto con materiali aventi resistenza al fuoco di almeno REI 120;
- le dimensioni interne minime della cabina e dell'accesso devono essere stabilite in base alle esigenze dei Vigili del fuoco e, in ogni caso, non devono essere inferiori ai seguenti valori:
  a. larghezza: 1,10 ml.;
  b. profondità: 2,10 ml.;
  c. altezza interna di cabina: 2,15 ml.;
  d. larghezza accesso (posto sul lato minore) 1,00 ml.
- le porte di piano e di cabina devono essere ad azionamento manuale. La porta di cabina, in particolare, deve essere a una o più ante scorrevoli orizzontali. Al fine di assicurare la disponibilità dell'impianto, anche in caso di uso improprio, deve essere installato un dispositivo che, quando il tempo di sosta della cabina a un piano diverso di quello di accesso dei Vigili del fuoco supera i due minuti, riporti automaticamente la cabina al piano anzidetto. Un allarme luminoso e acustico, a suono intenso non inferiore ai 60 dB(A), deve segnalare il fallimento di questa manovra al personale dell'edificio. Tale allarme non deve essere operativo quando l'ascensore è sotto il controllo dei Vigili del fuoco;
- un interruttore a chiave, posto a ogni piano servito, deve consentire ai Vigili del fuoco di chiamare direttamente l'ascensore di soccorso;
- per l'autosalvataggio, dall'interno della cabina, deve essere presente una scala che consenta di raggiungere in sicurezza il tetto della cabina stessa attraverso la relativa botola. Per consentire il diretto e facile accesso alla botola, all'interno della cabina non sono ammessi controsoffitti.

37.14 - Norme di esercizio

L'uso degli ascensori in caso d'incendio è vietato. Presso ogni porta di piano di ogni ascensore deve essere affisso un cartello con l'iscrizione "***Non usare l'ascensore in caso d'incendio***". In edifici di civile abitazione è sufficiente prevedere l'affissione del cartello solo presso la porta del piano principale servito e di tutti gli altri piani da cui si può accedere dall'esterno.

In caso d'incendio è consentito unicamente l'uso di ascensori antincendio e di soccorso, in relazione a quanto stabilito dalle specifiche regole tecniche di settore. Inoltre, è proibito accendere fiamme libere in cabina, nel vano di corsa, nei locali del macchinario e delle pulegge di rinvio e nelle aree di lavoro, nonché depositare in tali ambienti materiale estraneo al funzionamento dell'ascensore.

I suddetti divieti, limitazioni e condizioni di esercizio devono essere segnalati con apposita segnaletica conforme al D.Lgs n. 81/2008.

TITOLO II°
PRESCRIZIONI PER IL RESTAURO E RIPRISTINO DI STRUTTURE ESISTENTI

1 - Puntelli ed opere di presidio

1.1 - Generalità

Nel caso di demolizioni, rimozioni, consolidamenti in opera, nonché per evitare crolli improvvisi ed assicurare l'integrità fisica degli addetti, devono essere eseguiti puntellamenti, rafforzamenti ed opere simili. Gli organi strutturali provvisori vengono di solito realizzati in legname o in tubi di ferro e più raramente in muratura o c.a. Essi constano di una estremità che deve essere vincolata alla struttura da presidiare, denominata testa, e di un'altra, detta piede, ancorata ad una base d'appoggio interna o esterna alla struttura. I vincoli della testa dipendono dall'azione localizzata che hanno sulla struttura: una superficie poco compatta ed affidabile o la presenza di parti pregiate costringono a trovare artifizi o soluzioni alternative.

La base su cui poggia il piede può essere costituita da elementi dello stesso materiale dei puntelli o, se collocata sul terreno, da plinti fondali, o pali di fondazione. Le strutture di presidio, se devono svolgere un'azione di sostegno (strutture orizzontali), sono costituite da ritti verticali posti a contrasto con la struttura singolarmente, in coppia o in gruppo e da traversi che contrastano l'eventuale slittamento dei ritti. Se invece devono presidiare la struttura contro movimenti di rotazione o traslazione (strutture verticali), sono costituiti da assi inclinati. In questo caso si può operare una distinzione fra:

- puntellatura di contenimento: si tratta di puntelli (di solito lignei) incassati nella muratura, messi in opera con cunei e poggianti a terra su una platea di tavolati normali fra loro;
- puntellatura di contenimento e sostegno: si tratta di coppie di travi lignee e collegate fra loro ad intervalli per eliminare tensioni da carico di punta.

I sistemi di puntellamento delle volte e degli archi variano secondo il tipo di struttura e di dissesto; il sistema generalmente utilizzato è quello delle centine

2 - Trattamento di pulitura dei materiali

2.1 – Tecniche di pulizia

Preliminare all'intervento conservativo sarà sempre la rimozione delle cause che hanno comportato l'alterazione della materia ponendo particolare attenzione all'eventuale presenza d'acqua. Pulire i materiali significa scegliere quella tecnica la cui azione, calibrata alla reattività ed alla consistenza del litotipo, non comporti alcuno stress chimico-meccanico su materiali già degradati e, quindi, facili a deperirsi maggiormente. L'intervento di pulitura dovrà eseguirsi dall'alto verso il basso, dopo aver protetto le zone circostanti non interessate e deve poter essere interrotto in qualsiasi momento. Le tecniche più utilizzate sono:

a) Pulizia manuale

Viene eseguita con spazzole di saggina o di nylon; le spatole, i raschietti, le carte abrasive ed i trapani dotati di particolari frese in nylon o setola, invece, possono essere utilizzati per la rimozione di consistenti depositi situati in zone poco accessibili.

b) Pulizia con acqua

La pulizia con acqua può produrre sulle croste:

- un'azione solvente se i leganti delle incrostazioni sono costituiti da leganti in esse solubili;
- un'azione d'idrolisi se, nebulizzata con appositi atomizzatori, viene lasciata ricadere sulle superfici da pulire. La nebulizzazione avviene attraverso appositi ugelli che dovranno essere posizionati in modo che le goccioline colpiscano la superficie in ricaduta. Il diametro dell'orifizio dovrà essere compreso tra 0,4 1÷ 0,76 mm., in modo da produrre goccioline di diametro tra 80 ÷ 120 mm.;
- un'azione meccanica se pompata a pressione 0,2 ÷ 0,4 MP_a (2 ÷ 4 bar); l'acqua scioglie il gesso e la calcite secondaria di ridepositazione, elementi leganti delle croste nere, ed una blanda azione nei confronti della silice, legante delle croste nere sulle rocce silicatiche.

L'acqua deve essere deionizzata in modo da non introdurre eventuali sali nocivi e permettere un controllo sulla desalinizzazione del materiale tramite prove di conducibilità. Il getto non deve mai raggiungere perpendicolarmente il materiale, ponendo inoltre attenzione alla protezione delle zone circostanti e ad un perfetto drenaggio delle acque di scolo; si userà la minor quantità di acqua possibile onde evitare un imbibimento delle strutture o una fuoriuscita di macchie e di umidità sulle superfici interne. Questa operazione non deve essere compiuta in inverno o in periodi climatici tali da provocare il congelamento dell'acqua o una bassa velocità di evaporazione. A questo metodo può essere affiancata una blanda azione meccanica mediante l'utilizzo di spazzole di nylon o di saggina.

c) Apparecchiature ad ultrasuoni

Una volta eseguito il trattamento con acqua nebulizzata, per asportare le croste, vengono impiegati apparecchi che, mediante leggere vibrazioni prodotte da una piccola spatola e da una pellicola d'acqua, rimuovono le incrostazioni, semplicemente sfiorando con l'emettitore senza toccare la crosta che in questo modo si distacca.

c) Microsabbiatura di precisione

La microsabbiatura si serve di macchine che, sfruttando l'azione altamente abrasiva di microsfere di vetro o di allumina del diametro di 40 micron, puliscono solo le zone ricoperte da incrostazioni non molto spesse e di limitata dimensione. Tali strumenti alimentati ad aria o ad azoto compresso sono muniti di ugelli direzionabili.

d) Microsabbiatura umida controllata

Prima di procedere alla microsabbiatura occorre ammorbidire la crosta con acqua nebulizzata a bassa pressione. Lo strumento è composto da un compressore e un contenitore in cui l'abrasivo deve essere costantemente tenuto sospeso da un agitatore. L'abrasivo deve avere granulometrie piccole e non a spigolo vivo. La pressione dovrà essere contenuta tra 0,1÷1,5 atm.

e) Pulizia chimica

I detergenti chimici, che devono avere un pH compreso tra 5,5 ÷ 8, vanno applicati esclusivamente sulle croste e mai a diretto contatto con i materiali lapidei, per prevenirne l'azione corrosiva. Tale pulizia deve essere sempre accompagnata da un lavaggio con acqua ed appositi neutralizzatori, onde evitare che i residui di detergente intacchino i materiali e ritornare quindi ad un pH neutro. Per attenuare l'azione corrosiva si possono interporre tra pasta chimica e pietra, dei fogli di carta assorbente da staccare successivamente soffiando con aria compressa. La pasta applicata sulla superficie dovrà essere ricoperta con del polietilene leggero per evitarne l'essiccazione, altrimenti potranno essere utilizzate emulsioni acqua/olio, gel o soluzioni da spruzzare.

f) Impacchi con argille assorbenti

Le argille hanno la proprietà di assorbire oli e grassi senza operare azioni aggressive anche sui materiali deteriorati. Le argille da utilizzare sono la sepiolite e l'attapulgite con granulometria compresa tra 100-200 mesh. La pasta dovrà avere uno spessore di 2 ÷ 3 cm. e dovrà rimanere in opera, previe prove preliminari, per un periodo compreso tra le 24-48 ore. Prima di applicare l'impasto sarà necessario sgrassare la superficie o eliminare cere tramite solventi. Ove le argille non riuscissero a sciogliere incrostazioni di consistente spessore, è possibile additivarle con piccole

quantità di agenti chimici. Dopo il trattamento lavare abbondantemente con acqua deionizzata.

g) Impacchi mediante impacco biologico

L'intervento, capace di pulire croste molto spesse grazie all'azione solvente esercitata dai nitrobatteri, consiste in impacchi a base argillosa di una soluzione composta da: acqua, urea e glicerina. L'impasto deve avere uno spessore di almeno 2 cm. e deve agire per circa un mese; necessita quindi di una protezione con polietilene leggero ben sigillato ai bordi. Dopo l'applicazione si dovrà procedere ad un lavaggio accurato con acqua addizionata con un fungicida per disinfettare il materiale. Dopo l'intervento di pulitura si dovranno eseguire nuovamente tutte le analisi volte ad individuare la struttura del materiale in oggetto, del quale non dovranno risultare variate le caratteristiche fisiche, chimiche, meccaniche ed estetiche.

2.1 - Pulitura del legno

a) Disinfestazione da insetti e funghi

L'intervento di disinfestazione del legno sarà utile all'eliminazione dei parassiti presenti sul legno stesso, incluse le larve, pertanto dovrà essere condotto con cura e con attenzione, prima che siano chiuse e sigillate le parti che andranno consolidate o restaurate. Estrema cura dovrà essere assicurata nel trattamento di giunti, appoggi e collegamenti, elementi nei quali potrebbe risultare difficile far penetrare l'agente disinfestante. Nei limiti del possibile, le parti oggetto di intervento potranno essere smontate e rimontate, anche per singoli punti.

In relazione alle teste delle travi da disinfestare, dovranno essere create opportune aperture in corrispondenza degli appoggi, così che si possa intervenire sulle superfici; andranno altresì eliminati tutti gli agenti esterni che producono umidità e che creano un ambiente fertile soprattutto per lo sviluppo di funghi.

A seconda del tipo di parassita presente (insetti o funghi), si sceglierà il prodotto più indicato e si procederà con l'applicazione dello stesso sulle superfici in vista, comprese fenditure e fessurazioni, facendo in modo che il prodotto venga assorbito e crei uno spessore di materiale contenente il prodotto insetticida o fungicida: in questo modo il legno sarà ben protetto dai futuri attacchi parassitari.

Nel caso si tratti di insetti, il periodo più efficace alla riuscita del trattamento è la primavera oppure l'inizio dell'estate, in quanto in questa fase, dischiuse le larve, gli insetti sono prossimi alla superficie del materiale. L'efficacia del trattamento a base di soluzioni acquose dipenderà dall'umidità del legno, pertanto si prediligeranno le soluzioni oleose che, all'occorrenza, avranno anche funzione protettiva rispetto agli agenti atmosferici. In ogni caso, questi interventi non dovranno danneggiare il legno o creare danni a parti a esso contigue e tenderanno a conservare inalterata la sua resa superficiale e ad assicurare la stabilità nel tempo di tale risultato.

b) Pulitura meccanica manuale

L'appaltatore, qualora le superfici lignee presentino strati di tinte a tempera, a calce o altro tipo di tinta e di patina non rimovibile mediante sverniciatore, dovrà intervenire mediante l'uso di utensili atti a raschiare le sovrapposizioni incongrue. Potrà usare spazzole metalliche di acciaio armonico, brusche, spatole e sgorbie, raschietti, lana d'acciaio, carta abrasiva e qualunque strumento sia in grado di rimuovere la coltre sia sulle superfici piane che all'interno degli interstizi e delle fessure.

A lavoro ultimato, la superficie del legno dovrà presentarsi liscia e priva di particelle e residui, per questo l'uso di aria compressa gioverà a rimuovere ogni frammento anche all'interno di cavità e fessure.

c) Levigatura e lamatura manuale

La levigatura e lamatura manuale è particolarmente indicata per i parquet o per i lambrì. Si sceglierà di lamare il pavimento ligneo quando sarà richiesta la rimozione della vernice superficiale per un nuovo trattamento; si sceglierà invece la levigatura quando il degrado o il danneggiamento della superficie sarà tale da richiedere l'asportazione di uno spessore modesto di materiale, generalmente non superiore a 1 mm. L'appaltatore eseguirà campionature in punti ritenuti idonei a tale operazione, i quali saranno posizionati in luoghi defilati.

L'intervento verrà eseguito manualmente tramite carta abrasiva montata su elementi di legno aventi forma ergonomica per una buona e corretta impugnatura: l'appaltatore procederà gradualmente eliminando risalti, vernici, trattamenti, denti e sopralzi.

Partendo dall'uso di grana grossa man mano passerà alla grana più fine, eliminando così eventuali striature residuali derivanti dall'uso della carta abrasiva a grana grossa.

La polvere prodotta dall'abrasione dovrà essere man mano aspirata, così da evitare sia che penetri nelle eventuali fessure sia che possa arrecare danni alla salute.

Nel caso le quantità di tale polvere prodotte dovessero risultare eccessive si potrà operare anche in umido, sebbene si verificherà l'inconveniente per il quale tale polvere si impasterà con l'acqua.

d) Pulitura mediante soluzioni sverniciatrici

Le vecchie verniciature presenti sul materiale ligneo, quando non possano essere riprese tramite operazioni di integrazione, dovranno essere rimosse adoperando solventi neutri capaci di sciogliere e ammorbidire lo strato sovrappostosi.

L'eventuale ferramenta presente o gli eventuali elementi in ferro dovranno essere rimossi, in quanto il solvente potrebbe danneggiarli.

Una volta scelto il solvente in relazione al tipo di vernice e al tipo di legno, si procederà alla posa mediante pennelli o mediante spazzole, a seconda della consistenza del prodotto.

L'appaltatore, seguendo scrupolosamente le indicazioni riportate sulle schede tecniche, eseguirà alcune prove preventive in modo da valutarne i tempi di posa, la compatibilità e l'esito.

Il prodotto potrà essere in gel oppure in pasta e verrà steso con pennello oppure con spatola e lasciato in azione per un tempo adeguato, in modo che la vernice diventi morbida e rimovibile; i tempi dipenderanno dal tipo di vernice, dal suo deterioramento e dal suo spessore, pertanto si potrà attendere da un minimo di 20 minuti a tempi più lunghi, fino a 24 ore.

Mediante spatole si rimuoverà la pellicola di vernice ammorbidita, avendo cura di non raschiare e di non danneggiare il supporto e adoperandosi a pulire bene in prossimità di giunti e collegamenti.

In caso siano ancora presenti spessori di vernice, l'operazione potrà essere nuovamente ripetuta.

La superficie verrà successivamente ripulita con solventi adatti al lavaggio, evitando impiego di acqua che tenderebbe a essere assorbita con danno del materiale stesso.

e) Pulitura mediante aria calda o fiamma

L'impiego di aria calda emessa attraverso pistola termica oppure di fiamma prodotta da lancia termica, in taluni casi, provoca il distacco e il sollevamento di tinte e vernici.

Considerata la temperatura molto elevata, il getto dovrà essere tenuto a una certa distanza e la pistola dovrà essere mossa continuamente, in modo che non abbiano a crearsi punti in cui la temperatura eccessivamente alta provochi danneggiamenti e alterazioni del materiale stesso.

La vernice colpita dal getto d'aria calda o addirittura dalla fiamma, tenderà a sollevarsi e quindi, mediante raschietti, spatole o altro, potrà essere rimossa con facilità.

Infine, le superfici verranno perfezionate nella pulitura anche mediante carteggiatura, spazzolatura e uso di aria compressa.

2.2 - Pulitura dei metalli

Nel recupero di metalli (se la struttura non è attaccata) è necessario pulire il materiale con metodi meccanici, quali la sabbiatura con sabbiatrici ad uso industriale, la smerigliatura o la discatura con disco abrasivo, decapaggi, mediante l'immersione in soluzioni acide, condizionamento

chimico, mediante l'applicazione di agenti chimici che fissano la ruggine e la calamina, deossidazione, per i metalli non ferrosi, fosfatazione che provoca la passivazione di una superficie metallica con soluzioni di fosfati inorganici o acidi fosforici. Alcuni prodotti, però, come i convertitori di ruggine a base di acidi, i fosfatanti e le vernici reattive a base acida, possono nuocere al sistema di ripristino, così come le pitture antiruggine nuocciono all'adesione del riporto di malta. I migliori trattamenti anticorrosivi sono quelli a stesura di formulati cementizi o epossidici, potendo questi ultimi svolgere anche un'eventuale funzione di ponte d'aggancio nell'intervento di ripristino. La protezione avviene, nel caso di metalli esposti, per verniciatura, con due mani preliminari di antiruggine a base di minio oleofonolico e due mani di vernice a base di resine viniliche ed acriliche resistenti agli agenti atmosferici, o, nel caso di ferri di armatura, per stesura di formulati cementizi o epossidici.

2.3 - Pulitura delle rocce sedimentarie

a) Arenaria

A seconda delle condizioni del materiale, la pulitura va preceduta da un preconsolidamento, effettuato con veline di carta giapponese ed impregnazione di silicato d'etile. La pulitura può essere effettuata a secco, con impacchi di argilla assorbente o di polpa di carta oppure con un blando lavaggio con acqua nebulizzata.

b) Tufo

Per il trattamento del tufo vale quanto già detto per l'arenaria.

c) Travertino

La pulizia deve essere effettuata con acqua nebulizzata, con impacchi o con trattamenti a secco. Per le fessure sulle stuccature è consigliata una malta composta da un legante idraulico unito a polvere di marmo.

d) Pietra d'Angera

La pulizia della Pietra d'Angera (roccia sedimentaria bioclastica, costituita da dolomite a grana finissima, con elevata porosità (circa il 18-20%) e con cavità uniformemente distribuite) deve essere preceduta, quando necessario, dal preconsolidamento, si effettua con acqua nebulizzata o con impacchi di materiale assorbente.

e) Pietra di Verona e pietra tenera dei Colli Berici

Per il trattamento si vedano le prescrizione per la pietra d'Angera.

2.4 - Pulitura delle rocce metamorfiche

a) Marmi

È consigliato il trattamento ad acqua nebulizzata o leggera spazzolatura, oppure impacchi assorbenti. Nel caso di marmo decoesionato e zuccherino, la pulizia è preceduta da un trattamento di preconsolidamento con silicato di etile iniettato sulla superficie preparata con veline di carta giapponese.

b) Serpentini, miscoscisti, calciscisto

Per i trattamenti valgono le indicazioni date per i marmi.

2.5 - Pulitura di parti murarie in cotto e in materiale lapideo

a) Generalità

Si intenderanno per parti murarie e materiali lapidei le pietre, i marmi, i laterizi, gli intonaci, gli stucchi e le malte. Gli interventi di pulitura su queste superfici avranno come obiettivo la rimozione di sostanze estranee o patogene, le quali causano non solo lo stato di degrado del materiale ma ne favoriscono l'avanzamento. Non saranno di impiego opportuno quelle pulizie che tenderanno a riportare alla condizione originaria il materiale eliminando ogni traccia del tempo trascorso.

Prima di qualunque operazione di pulizia di manufatti architettonici di particolare valore storico-artistico, ancorché prescritta in progetto, l'appaltatore dovrà verificare con la direzione lavori la consistenza e la tipologia della cortina patogena e degradante, sia si tratti di croste nere, efflorescenze, macchie, funghi o altre sostanze estranee al materiale, al fine di definire meglio il sistema di pulitura da adoperare, specie in relazione alla natura e alla composizione chimica del supporto e all'agente inquinante/degradante che si è manifestato.

Le patologie potranno consistere in depositi incoerenti, quali particellato atmosferico veicolato mediante agenti meteorologici o presenza di umidità per risalita (efflorescenze) oppure particellato che ha creato un legame con il supporto (sali percolati per dilavamento) oppure combinazione chimica tra particellato e supporto, ad esempio la ruggine o le croste.

Per quanto riguarda materiali porosi, quali pietre, laterizi, etc., questi col tempo hanno alterato le caratteristiche fisiche e chimiche della superficie esposta generando una patina naturale che in molti casi è diventata autoprotettiva (anche se, in presenza di ambiente inquinato, la patina naturale conservativa è pregiudicata così come lo è la formazione della nuova patina conservativa).

Trattandosi dunque di interventi sulle superfici di manufatti che, a causa della loro età, hanno assunto una patina di superficie dovuta al loro tempo di esposizione e che costituisce testimonianza della storia del manufatto, l'appaltatore dovrà iniziare sempre con interventi molto blandi e, se necessario, aumentandone gradualmente l'incisività in modo da conservare il più possibile il velo della superficie che costituisce la patina naturale storicizzata.

Le croste nere costituiscono un fenomeno di degrado di rilevante entità: oltre che per l'aspetto esteriore, per la loro capacità di assorbire agenti inquinanti e di tenerli così perennemente a contatto con il materiale; aumentano inoltre il potere assorbente delle temperature e quindi contribuiscono a un incremento localizzato delle cause disgregatrici.

Se il materiale dovesse presentare fenomeni di esfoliazione o di caduta di sue parti oppure microfessurazioni o altro, dovranno essere eseguite opere di preconsolidamento prima di procedere alla pulizia.

In accordo con gli organi preposti alla tutela del bene, l'appaltatore sceglierà un metodo fisico e/o un metodo chimico, il tipo di prodotto e la modalità esecutiva ritenuti più efficaci in relazione alle necessità di conservazione e di non alterazione della qualità e consistenza del materiale da pulire.

I metodi, classificabili in relazione alla loro azione chimico-fisica sul supporto trattato e a seconda degli effetti sul materiale, sono classificabili in aggressivi, parzialmente aggressivi e non aggressivi: saranno evitati in ogni caso i metodi eccessivamente aggressivi che possano nuocere o modificare il materiale o che possano renderlo comunque più debole e conseguentemente più soggetto a futuri attacchi.

Saranno eseguite e campionate prove di pulitura, annotando il tipo di prodotto usato e le modalità di applicazione.

Si sceglieranno le superfici meno in vista e più punti di applicazione, in maniera da interessare le varie tipologie di degrado da trattare e i vari materiali in opera; solo valutando l'esito di tali campionature, anche con prove fisico-chimiche, si potranno selezionare il metodo e il prodotto più congrui e compatibili con il supporto, seguendo le indicazioni contenute nelle raccomandazioni NorMaL.

Nel caso di depositi incoerenti che siano semplicemente appoggiati sulle superfici attraverso agenti atmosferici oppure per gravità o per risalita (particellato terroso o carbonioso o efflorescenze saline), senza che vi siano state reazioni chimiche con il materiale di supporto, può essere sufficiente un semplice lavaggio con acqua: la pulizia con acqua può rivelarsi sufficiente anche quando vi siano sostanze allogene che tendono a solidarizzare con il materiale.

Occorrono invece metodi più aggressivi quando si è in presenza di solidarizzazioni e combinazioni chimiche tra supporto e degrado (ossidazioni ferrose, croste gessose, ecc.), la cui permanenza sul materiale è inopportuna sia per il suo aspetto visivo che per la capacità con cui tale tipo di degrado continua a progredire e a penetrare nel materiale stesso: in questi casi si procederà, dopo le opportune analisi preventive,

con la rimozione dello strato superficiale degradato scegliendo il metodo più adeguato, a partire dall'uso di stracci e di spazzole di saggina fino ad arrivare all'impiego di aspiratori e di aria compressa. Infine, nei casi più persistenti, verranno impiegati metodi lievemente abrasivi e metodi chimici a mezzo di impacchi localizzati.
La direzione lavori, prima di eseguire gli interventi di pulitura, valuterà l'opportunità di effettuare interventi di preconsolidamento del materiale, in modo da impedire il progredire dello stato di dissesto con l'impiego di metodi che ne aggraverebbero lo stato.

b) Idropulitura a bassa pressione o a pressione controllata

L'idropulitrice sarà impiegata per pulizie di superfici le cui macchie e i cui degradi siano rimovibili direttamente mediante spray di acqua deionizzata (ossia priva di sali e di impurità). La pressione di esercizio potrà essere bassa, ossia compresa tra 2 e 3 atmosfere, oppure potrà essere compresa tra 4 e 6 atmosfere.
L'acqua potrà essere calda o fredda, secondo le disposizioni della Direzione dei Lavori.
La deionizzazione potrà avvenire anche in cantiere tramite l'utilizzo di motopompe e di prodotti scambiatori ionici, considerato che la continuità di disponibilità di acqua in cantiere costituisce la base per la continuità dell'intervento. Se necessario, in particolare per superfici decoese o modellati e modanature che richiedano un lavaggio efficace ma a pressione ridotta, si potrà intervenire mediante acqua nebulizzata oppure atomizzata, le cui particelle abbiano dimensioni comprese tra i 5 e i 10 micron.
La nebulizzazione e l'atomizzazione dell'acqua avverranno mediante l'uso di appositi ugelli o apposite camere di atomizzazione, le quali frantumeranno l'acqua in piccole particelle; queste colpiranno la superficie in maniera tangenziale, pertanto la pressione dell'acqua potrà essere ridotta o eliminata. L'idropulitura, sia spray che nebulizzata o atomizzata, è valida anche nei casi in cui l'acqua potrebbe avere potere emolliente per le croste che saranno rimosse successivamente con metodi manuali.
Considerata la durata dell'intervento, che richiede 1-2 giorni, questo metodo di pulizia dovrà essere scartato per materiali eccessivamente porosi, o nei quali siano presenti fratture o laddove la presenza dell'acqua sia dannosa direttamente per il materiale o per parti a esso contigue (per esempio affreschi retrostanti) oppure adoperato a intervalli congrui, così da tenere sempre sotto controllo eventuali infiltrazioni e danneggiamenti. Individuate le aree di intervento, l'appaltatore provvederà a disporre i tubi adduttori partendo dall'alto e procedendo verso il basso, con effetto di ruscellamento parallelo alla caduta dei depositi.
L'acqua, mediante appositi dispositivi, verrà nebulizzata allargando così il proprio campo di azione e quindi l'efficacia della propria azione.
Il getto sarà direzionato in maniera tale da raggiungere prevalentemente le superfici sporche e dosando la pressione a seconda dei casi; i getti non dovranno comunque essere posti a una distanza inferiore a 5 cm, onde evitare fenomeni di erosione localizzata del materiale: in tal senso si potrà procedere direzionando il getto tangenzialmente alla superficie.
L'efficacia del potere emolliente dipenderà dalla persistenza delle macchie e dalla durata della nebulizzazione perciò, quando sia richiesto, il getto potrà essere passato sulle superfici anche più volte, purché la durata di ogni lavaggio non sia superiore a 20 minuti e purché sia trascorso un lasso di tempo adeguato tra due lavaggi consecutivi, in modo da evitare eccessivi assorbimenti di acqua dannosi al manufatto.
Si eviterà di operare in giornate troppo fredde e si eviteranno tempi di lavaggio continuativi troppo lunghi.

c) Pulitura con acqua a pressione

I getti di acqua in pressione, dei quali potranno regolarsi gradualmente i valori, interesseranno quelle parti di edifici che non richiedono una particolare cautela. Tale regolazione potrà tenere conto della persistenza delle croste e del tipo di supporto e di materiale da trattare.
Sia la pressione dell'acqua che la sua stessa permanenza sulle croste e quindi il potere emolliente esercitato, consentiranno la rimozione degli spessori degradanti formatisi sul manufatto.
La permanenza di getti sulle superfici o il numero delle passate degli stessi da effettuare saranno valutati a seconda della consistenza dello sporco; saranno da evitare interventi con acqua in pressione in presenza di fessurazioni, fratture o altri dissesti che consentirebbero dannose infiltrazioni e percolamenti di acqua.

d) Pulitura manuale

La pulizia manuale, eseguita esclusivamente con spazzole di saggina o di nylon, sarà adoperata per rimuovere quei trattamenti superficiali (scialbature, tonachini, etc.) o quei fenomeni di degrado che richiedono un'abrasione superficiale da effettuare a secco oppure quando, dopo la nebulizzazione, debbano essere rimosse croste divenute morbide e asportabili.
I risultati dipenderanno molto dall'abilità e dalla sensibilità dell'operatore nel discernimento delle superfici da trattare e nel dosaggio dell'energia abrasiva.
Sono assolutamente vietate le puliture eseguite con spazzole metalliche o con utensili comunque metallici e acuminati, poiché fortemente abrasivi e poiché agiscono asportando parti di materiale mettendo a nudo gli strati sottostanti con nocumento per gli effetti cromatici complessivi delle superfici e per la capacità che hanno di generare su tali incisioni ulteriori fenomeni di degrado.
Potranno essere impiegati strumenti meccanici di tipo elettrico quali trapani o flessibili se dotati all'estremità di utensili morbidi (per esempio spazzole a rotazione in nylon) oppure micromole, microscalpelli e vibroincisori, purché non metallici o, se metallici, purché usati solo e esclusivamente sulle croste e sugli strati da rimuovere così da non danneggiare le superfici dei materiali.
Sarà individuato il senso del movimento da adoperare per asportare la patina degradata, in modo che si debbano usare il minor numero di passate possibili.
Se necessario, prima di intervenire, potranno essere effettuate delle prove in luoghi defilati in maniera da valutarne l'efficacia, i rischi di danneggiamento che potrebbero provocare e il risultato finale.

e) Pulitura con apparecchi ad ultrasuoni

L'appaltatore farà uso di strumenti e apparecchi a ultrasuoni in veicolo acquoso, se disposto dalla direzione lavori, per le croste e le macchie più tenaci e persistenti e quando il particolare valore e pregio storico-artistico del manufatto lo richieda; tali apparecchi emettendo microonde che si propagheranno fino alle superfici interessate, solleciteranno le croste e le patine da rimuovere.
Se necessario, prima di intervenire potranno essere effettuate delle prove in modo da valutare quello che sarà il risultato finale; questi apparecchi dovranno essere tarati in maniera adeguata, così da assicurare l'asportazione della superficie degradata e dovranno sempre essere tenuti sotto controllo.
Vista la delicatezza dell'intervento, essi dovranno essere usati solo da personale altamente specializzato.

f) Pulitura con apparecchi laser

L'azione selettiva del laser (*light amplification by stimulated emission radiation*) è particolarmente adatta per depositi di gesso e di carbonato che generalmente si depositano sui marmi e sulle pietre di colore chiaro: ciò vale anche per i depositi sulle superfici metalliche e sui legni.
Tali depositi scuri sono in grado di assorbire selettivamente le radiazioni pertanto si avrà, con l'effetto fotomeccanico del laser, la rottura del legame chimico e quindi il distacco della cortina degradante.
Le superfici chiare in vista, non assorbendo la radiazione, interromperanno l'emissione dell'impulso; in alcuni casi, dopo l'intervento con il laser, si dovrà intervenire rimuovendo meccanicamente le croste che lo stesso laser ha distaccato.
L'azione del laser colpisce le superfici per uno spessore di pochi micron, ossia solo lo spessore interessato dal degrado, pertanto non intacca il supporto del materiale che, anche dopo la rimozione della parte degradata, se la possiede, conserva la patina naturale.
Considerati i costi delle apparecchiatura e i costi di esercizio, questo intervento va messo in opera solo nei casi più delicati.

Saranno scelte apparecchiature laser maneggevoli, dotate di bracci snodati adatti ai luoghi e dotate della facoltà di tenere costantemente sotto controllo i parametri principali d'uso (frequenza, lunghezza d'onda, energia dell'impulso e raggio d'azione). In considerazione di ciò, l'apparecchiatura sarà usata soltanto da personale altamente specializzato, in grado di leggere e di intervenire con valutazioni e eventuali modifiche dei parametri di esercizio.
Gli operatori agiranno con gradualità, soffermandosi sui punti più persistenti ma evitando tuttavia di creare bruciature e ingiallimenti del materiale; faranno uso di dispositivi di protezione individuali e segneranno in maniera visibile le parti trattate.
In fase di non utilizzo, lo strumento dovrà essere tenuto sotto controllo.
Prima di iniziare, per rendere maggiormente visibili le parti scure e esaltare la capacità selettiva della radiazione, si potrà bagnare il supporto: così si eviteranno inoltre formazioni di fumi e di polveri.

g) Pulitura con microsabbiatrice secca

La microsabbiatrice farà uso di aria compressa disidratata, con pressione compresa tra le 0,5-4 atmosfere, in grado di proiettare insieme all'aria il materiale microabrasivo sulle superfici da trattare.
Le superfici più idonee a questo tipo di intervento sono il cotto, gli intonaci e le pietre e i marmi.
Considerato il potere abrasivo delle microsfere di vetro o di allumina, questo tipo di intervento sarà adoperato solo nei casi in cui l'azione dell'acqua non dovesse essere sufficiente a garantire l'asportazione delle croste e per i punti sottosquadro e le modanature, laddove gli interventi manuali difficilmente riescono a raggiungere le superfici interessate.
La durezza delle microsfere dovrà essere di poco superiore alla durezza delle croste da rimuovere e del materiale di supporto.
L'appaltatore orienterà gli ugelli (diametro 0,4-3 mm) solo sulle porzioni di superficie fortemente incrostate e, se necessario, provvederà a ricoprire e proteggere particolari porzioni della stessa che ne dovessero subire gli effetti negativi.
Se necessario, prima di intervenire, potranno essere effettuate delle prove in modo che sia possibile valutare il risultato finale.
Vista la delicatezza dell'intervento, la microsabbiatrice dovrà essere utilizzata solo da personale altamente specializzato.

h) Pulitura con microsabbiatrice umida

La microsabbiatrice ad aria compressa può aggiungere, all'occorrenza, acqua deionizzata atomizzata all'aria di fuoriuscita: pertanto sulle superfici da trattare, in fase di funzionamento, insieme all'aria compressa verrà proiettato anche materiale microabrasivo.
Valgono tutte le considerazioni fatte in precedenza, con in più l'indicazione che prevede vadano evitate tutte quelle superfici porose o eccessivamente delicate che non sopporterebbero la presenza di acqua.
Un particolare sistema misto aria-abrasivo è il *sistema Jos*, in cui l'aria viene emessa con vortice elicoidale a bassissima pressione e gli inerti abrasivi sono molto più morbidi. Sono particolarmente indicati come inerti la farina di mais, la polvere di gusci di noci, ecc; l'efficacia di tale sistema è assicurata dal fatto che il vortice elicoidale colpisce tangenzialmente le croste, pertanto riesce a penetrare negli interstizi di contatto tra supporto e spessore patogeno. La distanza degli ugelli sarà compresa tra 35 e 45 cm.
All'occorrenza, anche con il sistema Jos si potranno impiegare modesti quantitativi di acqua deionizzata.
Se necessario, prima di intervenire potranno essere effettuate delle prove in luoghi defilati in modo da valutare il risultato finale; anche in questo caso, vista la delicatezza dell'intervento, l'operazione dovrà essere eseguita solo da personale altamente specializzato.

i) Pulitura con sabbiatrice

Le macchine sabbiatrici faranno uso di sabbie silicee e saranno adoperate per quegli edifici o parti di edificio che non richiedono particolari cure, purché non vengano adoperate su materiali porosi, friabili e sfaldabili che, con questo intervento, potrebbero subire un acceleramento del proprio stato di degrado e del deterioramento della propria consistenza superficiale.
L'intervento sarà da escludersi anche in presenza di decori e di modellati, poiché potrebbero subire danneggiamenti.
Contemporaneamente al getto di sabbia le macchine potranno far fuoriuscire anche acqua, agendo così simultaneamente sia con l'abrasione che con il lavaggio.
A seconda delle circostanze, verranno selezionate la giusta granulometria della sabbia e la pressione e il getto adeguato; potranno inoltre essere aggiunti all'acqua solventi atti a migliorarne il potere pulente, purché autorizzati dalla direzione lavori e purché non dannosi e alteranti per i materiali. L'appaltatore disporrà che l'operatore esegua il trattamento solo sulle superfici interessate dal degrado, evitando di orientare gli ugelli dove non occorra.

l) Pulitura con soluzioni chimiche

L'appaltatore, d'accordo con la direzione lavori, qualora dopo l'effettuazione delle analisi sullo stato di degrado, sulla tipologia delle macchie e su quella delle croste, dovesse pervenire alla conclusione che siano necessari dei solventi specifici al fine di ottenere una decomposizione della struttura persistente degradante, individuerà il prodotto più adeguato al caso usando come riferimento i tre parametri di solubilità (forza di tipo polare, forza di dispersione apolare e forza di legame a idrogeno).
Prima di intervenire dovranno essere effettuate delle prove in luoghi opportuni e defilati, eseguendo tassellature e campionature, annotando il tipo e la composizione della soluzione adoperata: si valuterà il risultato di tali prove e, se necessario, si eseguiranno nuove campionature aumentando le percentuali di soluzione o modificando il tipo di soluzione impiegato.
Se dovessero rendersi visibili deterioramenti e danneggiamenti del materiale a seguito dell'azione corrosiva del solvente, bisognerà scartare questo tipo di operazione.
In presenza di materiali porosi e molto assorbenti, l'intervento sarà limitato solo alle parti fortemente incrostate.
Dopo aver bagnato con acqua le superfici interessate in modo da renderle meno assorbenti, l'appaltatore procederà a una tamponatura delle superfici da trattare con il solvente prescelto: questa operazione rimuoverà completamente le parti degradate oppure servirà a rendere le croste più morbide e dunque pronte per l'asportazione manuale o da effettuarsi con altri strumenti.
Se necessario, la tamponatura potrà durare alcuni minuti proprio per rimuovere gli strati eccessivamente persistenti. Si farà uso, a seconda dei casi, di alcali, di acidi, di solventi a base di cloruro, di carbonato di ammonio, di sverniciatori o altro; dopo l'applicazione, si interverrà immediatamente con neutralizzatori del prodotto chimico e quindi si eseguirà un lavaggio ad acqua, in modo che le superfici non risultino danneggiate.
Tutte queste operazioni saranno eseguite da personale specializzato, il quale avrà cura di adoperare i dispositivi di protezione individuali a salvaguardia delle vie respiratorie, del viso, degli occhi e della pelle (in particolare di quella delle mani).

m) Pulitura con impacchi di argille assorbenti

La pulitura con impacchi di argille assorbenti ha l'effetto di sciogliere e assorbire le macchie e le patine oppure di ammorbidire le croste: viene adottato questo tipo di pulitura al fine di evitare l'impiego di acqua a dispersione sul supporto o prodotti chimici troppo aggressivi se posti direttamente a contatto con le superfici da trattare.
L'appaltatore dovrà dapprima preparare l'argilla (silicati idrati di magnesio quali sepiolite, bentonite oppure pasta di cellulosa) diluendola con acqua distillata o demonizzata, fino a che raggiunga una consistenza pastosa così da poterla stendere sulle superfici; se necessario, all'argilla potranno essere aggiunti leggeri solventi atti all'aggressione delle croste.
L'argilla dovrà essere stesa sulle superfici, preventivamente bagnate con lo stesso tipo di acqua di diluizione, raggiungendo uno spessore di 2-3 cm; se necessario, sulle superfici da trattare potrà essere messa in opera carta giapponese o una carta simile a essa.

L'argilla potrà essere stesa a mano o con spatole, dovrà quindi essere ricoperta con teli di garza e poi ancora con ovatta bagnata. Al fine di conservare il grado di umidità necessario all'ammorbidimento delle croste, si provvederà a ricoprirla con teli di plastica sigillati in cui siano lasciate libere piccole aperture attraverso le quali, mediante tubicini, si possa integrare gradualmente l'acqua assorbita o evaporata.
L'appaltatore verificherà ogni 2-3 giorni il grado si umidità presente e, se necessario, interverrà reintegrando l'acqua che è stata assorbita o è evaporata.
Trascorso il tempo necessario, si provvederà a rimuovere i teli lasciando asciugare completamente l'argilla, la quale sarà successivamente rimossa con acqua deionizzata e porterà via con sé le macchie o le croste depositate sulle superfici; in alcuni casi le croste si saranno solo ammorbidite, pertanto l'operazione dovrà essere completata con la loro rimozione manuale.

n) Pulitura di efflorescenze saline

Nei casi in cui siano presenti efflorescenze saline derivanti dalla migrazione di umidità arrestata da precedenti interventi di bonifica e di risanamento, l'appaltatore dovrà valutare, mediante prelievo e analisi, un campione di supporto e di efflorescenza al fine di individuarne l'origine e la tipologia: tali prove serviranno a verificare la solubilità del degrado (in acqua, in cloruro o in altra soluzione), la sua aderenza al supporto, la sua composizione chimica e quant'altro sia necessario per scegliere il tipo di intervento opportuno.
Nel caso in cui l'intervento di deumidificazione sia stato condotto dallo stesso appaltatore, egli dovrà attendere un lasso di tempo sufficiente alla disidratazione dell'umidità residua che, migrando, farà affiorare ancora i sali in superficie; questi tempi saranno generalmente variabili da 4 a 6 mesi. La rimozione delle efflorescenze, a seconda della loro natura, sarà effettuata con semplici stracci, spazzole di saggina, acqua oppure con soluzioni specifiche per ogni diverso tipo di sale.
L'appaltatore potrà altresì mettere in opera un rinzaffo temporaneo con potere assorbente, da rimuovere dopo che l'umidità sia stata captata.
Solo in casi eccezionali e per manufatti di particolare pregio o nei casi in cui siano richiesti tempi brevi, la muratura potrà essere lavata mediante iniezioni di acqua deionizzata che accelererà il processo di migrazione dei sali in superficie.

o) Bonifica da vegetazione infestante

La vegetazione presente sui manufatti o nelle immediate vicinanze degli stessi potrà essere rimossa manualmente, con piccoli utensili o facendo uso di prodotti disinfestanti e di biocidi applicati a mano o a spruzzo, avendo cura di circoscrivere l'area di intervento e di evitare che il terreno ne venga impregnato, con conseguente nocumento generalizzato.
Prima della lavorazione, l'appaltatore dovrà approfondire la conoscenza del tipo di materiale e del tipo di vegetazione sviluppatasi, in modo da intervenire nel modo più adeguato.
Egli dovrà altresì verificare la profondità di penetrazione dell'apparato radicale della vegetazione e i suoi effetti degradanti sugli intonaci, sulle malte e sullo stesso materiale portante, così da valutare il loro stato conservativo e la loro capacità di tenuta, evitando eventualmente che strappi manuali eseguiti con forza eccessiva siano deleteri per il manufatto: molte radici, infatti, oltre all'azione disgregatrice e alteratrice sui materiali, diventano veri e propri cunei tra i giunti alterando, seppure per piccole superfici, lo stato tensionale locale e provocando microfratture e cadute di materiale. In questi luoghi si dovrà verificare la portata di questo genere di degrado, al fine di ricondurne le condizioni a uno stato di normalità, includendo nell'azione da approntare la sigillatura contro la penetrazione degli agenti meteorici.
In molti casi sarà difficile valutare la profondità di penetrazione delle radici o dei semi: l'appaltatore verificherà se la vegetazione sia a foglia larga o a foglia stretta e selezionerà il prodotto in relazione al tipo di azione che è in grado di sviluppare, se sia cioè efficace sul fogliame o sull'apparato radicale.
La sostanza chimica diserbante non dovrà avere sui materiali del manufatto architettonico alcun effetto degradante e alterante (sia in superficie che nello spessore) e non dovrà essere di nocumento all'uomo, agli animali e all'ambiente. I prodotti diserbanti saranno generalmente a base di triazina o di urea, appartenenti alla classe tossicologica 3 e verranno applicati in giornate nelle quali ci sia assenza di pioggia o di vento, in modo da limitarne la dispersione in aria e nella terra.
Per le applicazioni da effettuare sulle radici, da effettuarsi di preferenza durante la stagione invernale, l'appaltatore incomincerà con il taglio manuale a raso oppure utilizzando apparecchi a vibrazione; successivamente interverrà mediante iniezioni nei canali conduttori della pianta, all'altezza del colletto.
Per le applicazioni sul fogliame, il diserbante potrà essere irrorato mediante pompe manuali o nebulizzatori solo sulle porzioni interessate, evitando così che il trattamento si estenda in maniera generalizzata.
Se necessario, successivamente potranno essere eseguiti ulteriori trattamenti mediante impacchi contenenti diserbante, così da assicurarne la penetrazione.
A conclusione della bonifica, le superfici dovranno essere liberate da ogni traccia di biocida mediante lavaggio con acqua.
La riuscita dell'intervento verrà verificata dopo circa 60 giorni dal trattamento.
Tutte queste operazioni saranno eseguite adoperando i dispositivi di protezione individuali a salvaguardia delle vie respiratorie, del viso, degli occhi e della pelle (in particolare di quella delle mani).

p) Bonifica da alghe, funghi, muschi e licheni

L'appaltatore, in presenza di muschi e licheni sviluppatisi su substrati argillosi depositati sulle superfici del manufatto oppure in presenza di alghe e funghi proliferati sulle aree umide e sulle superfici poco soleggiate nonché dove sia presente umidità per risalita o per imbibizione, dovrà intervenire valutando dapprima le cause esterne oggettive; una volta rimosse le cause generanti il degrado, lascerà che trascorra un certo lasso di tempo per la stabilizzazione delle condizioni generali.
Egli esaminerà la microflora presente e ne valuterà la classe di appartenenza e il tipo di degrado che è in grado di produrre sul manufatto; verificherà se tale degrado sia presente solo in superficie, quindi comprometta solo l'aspetto esteriore e cromatico del manufatto o, se invece, abbia superato la coltre superficiale del materiale e dei giunti generando microfessurazioni e producendo fenomeni di carbonatazione.
Nel caso vi siano spessori consistenti di microflora, prima di applicare il biocida si interverrà con la rimozione manuale mediante spatole e spazzole morbide, in modo che il prodotto disinfestante non debba agire su spessori molto grandi; se invece gli spessori vegetali sono duri, la posa del biocida (soluzione di ammoniaca al 5%) consentirà l'ammorbidimento del substrato degradante e sarà così più facile eseguire le operazioni di rimozione.
Qualora la presenza di tale vegetazione funga da veicolo per particelle ferrose producendo fenomeni di ossidazione, si dovranno eseguire operazioni con biocida e successivamente operazioni di pulizia.
Valutata la tipologia di degrado e di dissesto e il tipo di microflora presente, si sceglierà il prodotto agente più adatto al caso e in grado di non arrecare alcun tipo di danno al manufatto architettonico (per esempio acqua ossigenata a 120 volumi o sali di ammonio quaternario); l'applicazione potrà avvenire a pennello, mediante nebulizzazione o mediante impacchi di polpa di cellulosa o di argilla imbevuta.
Si potrà procedere con gradualità, lasciando agire la soluzione e verificando il risultato per poter poi eseguire successivamente ulteriori trattamenti.
A trattamento ultimato, le superfici dovranno essere lavate in maniera che venga eliminata ogni traccia di biocida.
Valgono anche in questo caso tutte le precauzione elencate al paragrafo precedente.
In alcuni casi, in accordo con la direzione lavori, si potrà intervenire con l'applicazione di raggi ultravioletti.

2.6 - Pulitura del calcestruzzo
È indicato il lavaggio. È necessario sabbiare l'armatura e proteggerla con sostanze antiruggine.

2.7 - Pulitura degli intonaci
La pulitura delle superfici intonacate dovrà essere effettuata con spray d'acqua a bassa pressione o acqua nebulizzata accompagnata eventualmente da una leggera spazzolatura. In presenza di croste nere di notevole spessore si potranno utilizzare impacchi biologici o argillosi.

2.8 - Pulitura degli stucchi
Le polveri ed i sali cristallizzati in superficie andranno rimossi mediante l'uso di pennelli morbidi. Qualora si accerti la presenza di croste nere e/o criptoefflorescenze saline, si potrà procedere alla loro eliminazione mediante nebulizzazioni a durata controllata o tamponi imbevuti con acqua distillata. Eventuali residui organici (fumo di candele, cere, vernici oleose) potranno essere rimossi con solventi organici (per esempio alcool etilico diluito in acqua) applicati a tampone.

3 - Trattamento di consolidamento dei materiali

3.1 - Generalità - Tecniche di consolidamento
I requisiti di un buon consolidamento sono:
- penetrazione in profondità fino a raggiungere il materiale sano;
- buon potere consolidante;
- diminuzione della porosità;
- assenza di danni indotti (diretti o indiretti);
- reversibilità;
- ripristino della continuità materica delle fratture;
- mantenimento della cromia originaria evitando colorazioni e brillantezze.

I consolidanti devono avere i seguenti requisiti:
- non formare prodotti secondari dannosi;
- essere assorbiti uniformemente dalla pietra fino a raggiungere il materiale sano;
- possedere un coefficiente di dilatazione termica non molto dissimile dal materiale consolidato;
- non alterarsi nel tempo per invecchiamento;
- assicurare una buona traspirabilità;
- possedere buona reversibilità;
- possedere buona permeabilità.

I metodi consentiti per l'applicazione del consolidante sono:

a) Applicazione a pennello
Dopo aver accuratamente pulito e neutralizzato la superficie da trattare, si applica la soluzione a pennello morbido fino a rifiuto. Il trattamento deve essere iniziato con resina in soluzione particolarmente diluita, aumentando via via la concentrazione superiore allo standard per le ultime passate. Nella fase finale dell'applicazione è necessario alternare mani di soluzioni di resina a mani di solo solvente, per ridurre al minimo l'effetto di bagnato.

b) Applicazione a spruzzo
Dopo aver accuratamente pulito e neutralizzato la superficie, si applica la soluzione a spruzzo fino a rifiuto. Il trattamento deve essere iniziato con resina in soluzione particolarmente diluita, aumentando la concentrazione fino a giungere ad un valore superiore allo standard per le ultime passate. È possibile chiudere lo spazio da trattare mediante fogli di polietilene resistente ai solventi, continuando la nebulizzazione anche per giorni; la soluzione in eccesso, che non penetra entro il materiale, viene recuperata e riciclata.

c) Applicazione a tasca
Nella parte inferiore della zona da impregnare, si colloca una specie di grondaia impermeabilizzata con lo scopo di recuperare il prodotto consolidante in eccesso. La zona da consolidare viene invece ricoperta con uno strato di cotone idrofilo e chiusa da polietilene. Nella parte alta un tubo con tanti piccoli fori funge da distributore di resina. La resina viene spinta da una pompa nel distributore e di qui, attraverso il cotone idrofilo, penetra nella zona da consolidare; l'eccesso si raccoglie nella grondaia da dove, attraverso un foro, passa alla tanica di raccolta e da qui ritorna in ciclo. È necessario che il cotone idrofilo sia a contatto con il materiale, per questo deve essere premutogli contro. La soluzione di resina da utilizzare deve essere nella sua concentrazione standard.

d) Applicazione per colazione
Un distributore di resina viene collocato nella parte superiore della superficie da trattare; questa scende lungo la superficie e penetra nel materiale per assorbimento capillare. La quantità di resina che esce dal distributore dev'essere calibrata in modo da garantire la continuità del ruscellamento. Il distributore è costituito da un tubo forato, ovvero da un canaletto forato dotato nella parte inferiore di un pettine o spazzola posti in adiacenza alla muratura, aventi funzione di distributori superficiali di resina.

e) Applicazione sottovuoto
Tale trattamento può essere applicato anche in situ: consiste nel realizzare un rivestimento impermeabile all'aria intorno alla parete da trattare, lasciando un'intercapedine tra tale rivestimento e l'oggetto, ed aspirandone l'aria. Il materiale impiegato per il rivestimento impermeabile è un film pesante di polietilene. La differenza di pressione che si stabilisce per effetto dell'aspirazione dell'aria tra le due superfici del polietilene è tale da schiacciare il film sulla parte da trattare, e da risucchiare la soluzione impregnante. Terminata l'operazione di consolidamento, potrebbe essere necessaria un'operazione di ritocco finale per eliminare gli eccessi di resina con appropriato solvente; questa operazione deve essere eseguita non oltre le 24 ore dal termine dell'impregnazione con materiale consolidante. Inoltre, potrebbe essere necessario intervenire a completamento dell'impregnazione in quelle zone dove, per vari motivi, la resina non avesse operato un corretto consolidamento. Potrà anche essere aggiunto all'idrorepellente un opacizzante come la silice micronizzata o le cere polipropileniche microcristalline. In caso di pioggia o pulizia con acqua sarà necessario attendere prima di procedere alla completa asciugatura del supporto e comunque bisognerà proteggere il manufatto dalla pioggia per almeno 15 giorni dopo l'intervento. Il prodotto dovrà essere applicato almeno in due mani facendo attenzione che la seconda venga posta ad essiccamento avvenuto della prima. Il trattamento non dovrà essere effettuato con temperature superiori ai 25°C ed inferiori a 5°C, e si eviterà comunque l'intervento su superfici soleggiate.

3.2 - Consolidamento delle rocce sedimentarie

a) Arenaria
È consigliato l'uso degli esteri dell'acido silicico (tipo Wacker OH) applicati col sistema a tasca (possibile anche l'utilizzo del silicato di etile). Le sigillature si effettuano con una miscela di pietra macinata, grassello e PRIMAL AC33 (resina acrilica).

b) Tufo
Per il trattamento del tufo vale quanto già detto per l'arenaria.

c) Travertino

Come consolidante può essere utilizzata una miscela di silicati ed alchil-alcossi-silani o alchil-alcossi-polisilani e miscele di resine acriliche e siliconiche.

d) Pietra d'Angera

Si utilizza silicato di etile o esteri dell'acido silicico. Le stuccature vanno realizzate con grassello di calce e polvere della pietra stessa.

e) Pietra di Verona e pietra tenera dei Colli Berici

Per il trattamento si vedano le prescrizione per la pietra d'Angera.

3.3 - Consolidamento delle rocce metamorfiche

a) Marmi

Le fessurazioni saranno sigillate con impasto costituito da grassello di calce, polvere di marmo e sabbia. È consigliato l'utilizzo di resine siliconiche di tipo metil-fenil-polisilossano per assorbimento sottovuoto o capillare, di miscele di silicati ed alchil-alcossi-silani, di alchil-alcossi-polisilani, di resine acriliche, di resine acriliche e di miscele di resine acriliche e siliconiche. Il consolidamento statico e l'incollaggio delle parti deve essere effettuato con perni in materiale non alterabile: alluminio, acciai speciali, resine epossidiche.

b) Serpentini, miscoscisti, calciscisto

Per i trattamenti valgono le indicazioni date per i marmi.

3.4 - Consolidamento di cotto e laterizi

I laterizi possono essere consolidati con:

- silicati di etile;
- alchil-alcossi-silani;
- miscele di silicati di etile e alchil-alcossi-silani.

3.5 - Consolidamento del calcestruzzo

Il riempimento delle lacune deve essere effettuato con una maltina che non presenti né ritiro né carbonatazione. Si devono utilizzare cementi espansivi o a ritiro controllato che presentino una buona deformabilità. Per tali qualità è necessaria la presenza di additivi idonei nella malta. La superficie sulla quale si interviene deve essere ruvida e umida. La malta va gettata con forza sulla superficie in modo da non far rimanere residui d'aria. Sulla superficie deve poi essere applicato un additivo di cura per evitare la carbonatazione troppo rapida, consistente in una vernicetta che, dopo un certo periodo di tempo, si spellicola automaticamente. Per un calcestruzzo a vista è consigliato l'impiego di un cemento Portland molto compatto oppure di cemento pozzolanico. Nel caso d'interventi in zone ricche di solfati ci si deve servire di cemento ferrico che non contiene alluminato tricalcico. In ambienti ricchi d'acqua a quest'ultimo va aggiunta pozzolana.

3.6 - Consolidamento degli intonaci

Nel caso in cui il materiale si presenti decoesionato si consiglia l'uso degli esteri etilici dell'acido silicico. La riadesione degli strati d'intonaco al supporto murario dovrà avvenire mediante iniezioni di miscela a base di calce pozzolanica additivata con riduttori d'acqua organici (ma non resine) all'1% del legante allo stato secco. La miscela dovrà avere caratteristiche analoghe a quelle della malta costituente l'intonaco, la medesima porosità, non contenere sali solubili e presentare una buona iniettabilità in fessure sottili. Inoltre non dovrà avere resistenza meccanica superiore al supporto.

Si dovrà procedere all'eliminazione di polveri e detriti interni mediante apposite attrezzature di aspirazione. Verranno in seguito effettuate iniezioni di lavaggio con acqua ed alcool. Si procederà quindi all'imbibizione abbondante del supporto, mediante iniezioni, al fine di facilitare la fuoriuscita di eventuali sali ed evitare bruciature della nuova malta.

Sarà poi necessario far riaderire al supporto l'intonaco distaccato, ponendo sulla superficie del cotone bagnato ed esercitando una lieve pressione tramite un'assicella.

Le iniezioni dovranno essere effettuate, fino a rifiuto, dal basso verso l'alto per permettere la fuoriuscita dell'aria; durante tutta l'operazione si continuerà ad esercitare una leggera pressione. Si procederà sigillando le parti iniettate.

3.7 - Consolidamento degli stucchi

Nel caso si siano verificati distacchi di lamine decorative o il materiale si presenti decoesionato, potranno essere utilizzate resine in emulsione acquosa (per esempio Primal AC33), applicate a pennello su carta giapponese. Qualora l'elemento presenti distacchi dal supporto murario, il riancoraggio potrà avvenire mediante l'iniezione di miscele idrauliche a base di calce idrata e cocciopesto o pozzolana, eventualmente addizionate con fluidificante e miscele adesive. Le eventuali nuove armature devono essere in acciaio inossidabile o vetroresina.

3.8 - Consolidamento dei materiali lapidei

È adatto un consolidante composto da esteri etilici dell'acido silicico.

Una dispersione acquosa pronta all'uso di un metacrilato, è adatta al trattamento di calcari e di materiali porosi.

3.9 – Consolidamento di particolari architettonici

Le superfici si consolidano e si proteggono solo dopo un'accurata ed approfondita pulizia. Le tecniche di consolidamento più usate sono:

- la tecnica del vuoto, adatta per il consolidamento di particolari architettonici di piccole e medie dimensioni. Il manufatto, tenuto sotto l'azione del vuoto, ha la possibilità di assorbire notevoli quantitativi di sostanza impregnante; l'azione del vuoto, inoltre, è efficace, anche, per eliminare l'umidità e le polveri presenti all'interno dei pori;
- la tecnica delle tasche: ricoperti i manufatti deteriorati con uno strato di cotone idrofilo, si applica una gronda di cartone impermeabile e si avvolge il tutto con fogli di polietilene raccordato nella parte superiore con dei tubetti adduttori.

L'impregnante, spinto da una pompa a bassa pressione, satura tramite i tubetti adduttori il cotone che, aderendo alla superficie del manufatto, gli trasmette la sostanza consolidante. L'eccesso di impregnazione percola nella gronda e rientra in circolo mediante un recipiente di raccolta collegato alla pompa. In questo modo, la resina bagna la struttura per tutto il tempo occorrente all'ottenimento del grado d'impregnazione voluto. È necessario adattare le modalità operative e le quantità d'impregnazione al livello di degrado del manufatto che si potrà presentare costituito da:

- materiali fortemente alterati: in questo caso è necessaria una maggiore quantità di sostanza consolidante;
- materiali poco alterati: in questo caso, essendo poco porosi e compatti, occorre una quantità minima di sostanza impregnante.

4 - Trattamento di protezione dei materiali

4.1 - Protezione delle rocce sedimentarie

a) Arenaria

La protezione va effettuata con alchil-alcossi-silani o poli-metil-silossani applicati a spruzzo o a pennello.

b) Tufo

Per il trattamento del tufo vale quanto già detto per l'arenaria.

c) Travertino

Prevede l'applicazione di alchil-aril-polisilossani e miscele di resine acriliche e siliconiche.

d) Pietra d'Angera

Si utilizzano alchil-aril-polisilossani e miscele di resine acriliche e siliconiche.

e) Pietra di Verona e pietra tenera dei Colli Berici

Per il trattamento si vedano le prescrizioni per la pietra d'Angera.

4.2 - Protezione delle rocce metamorfiche

a) Marmi

Può essere effettuata con miscele di resine acriliche e siliconiche e di alchil-aril polisilossani.

b) Serpentini, miscoscisti, calciscisto

Per i trattamenti valgono le indicazioni date per i marmi.

4.3 - Protezione di cotto e laterizi

Si possono usare come protettivi:

- alchil-aril-polisilossani (resine siliconiche);
- miscele di resine acriliche e siliconiche.

I pavimenti in cotto potranno essere protetti con olio di lino crudo in ragia vegetale al 5%.

4.4 - Protezione del calcestruzzo

È possibile applicare una resina che presenti le seguenti caratteristiche: deformabilità elevata, resistenza ai raggi UV, strato di piccolo spessore, trasparenza e elasticità nel tempo.

4.5 - Protezione dell'intonaco

Non si ritiene necessario un intervento di protezione chimica per gli intonaci.

4.6 - Protezione degli stucchi

Si suggerisce l'utilizzo di resine acril-siliconiche.

5 - Conservazione del legno

I prodotti da usare per la prevenzione del legname da parte di organismi vegetali e/o animali devono soddisfare i seguenti requisiti:

- tossicità per funghi ed insetti, ma estremamente limitata o nulla per l'uomo;
- possedere una viscosità sufficientemente bassa in modo da ottenere una buona capacità di penetrazione anche in profondità;
- stabilità chimica nel tempo;
- resistenza agli agenti chimico-meccanici;
- non alterare le caratteristiche intrinseche dell'essenza quali odore, colore, tenacità, caratteristiche meccaniche;
- possedere proprietà ignifughe.

Gli antisettici usabili per trattamenti di preservazione potranno essere di natura organica o di natura inorganica. Saranno comunque da preferirsi i primi in quanto gli inorganici, generalmente idrosolubili, presentano l'inconveniente di essere dilavabili.

L'applicazione sarà effettuata:

- a pennello: Dopo aver pulito e/o neutralizzato la superficie da trattare (con applicazione di solvente) si applicherà la soluzione di resina a pennello morbido fino al rifiuto. Il trattamento di impregnazione andrà iniziato con resina in soluzione particolarmente diluita e si aumenterà via via la concentrazione fino ad effettuare le ultime passate con una concentrazione superiore allo standard;
- a spruzzo: Dopo aver pulito e/o neutralizzato con solvente la superficie da impregnare si applicherà la soluzione a spruzzo fino al rifiuto. Il trattamento andrà iniziato con resina in soluzione particolarmente diluita e si aumenterà via via la concentrazione fino ad effettuare le ultime passate con una concentrazione superiore allo standard;
- per iniezione: Si introdurranno nel legno da impregnare appositi iniettori con orifizio variabile (2/4,5 mm.). L'iniettore conficcato in profondità nel legno permetterà la diffusione del prodotto impregnante nelle zone più profonde.

Per arrestare il deterioramento e comunque per impostare una efficace azione di consolidamento potranno essere utilizzate varie resine:

1. resine naturali: Prima di essere applicate dovranno sciogliersi in solvente che, evaporando determina il deposito della resina nei pori e nelle fessure del legno. A causa del rapido deterioramento e/o invecchiamento, le resine naturali potranno essere utilizzate solo in casi particolari. Risultati analoghi si possono ottenere usando cere naturali fuse o sciolte in solvente oppure olio di lino cotto;
2. oli siccativi e resine alchidiche siccative: Il procedimento consiste nel fare assorbire dal legno materiali termoplastici sciolti in adatto solvente che tende col tempo a trasformare i polimeri solidi reticolati per effetto dell'ossigeno dell'aria. Tale impregnazione ha più uno scopo protettivo che di miglioramento delle caratteristiche meccaniche;
3. resine termoplastiche in soluzione: Il solvente, usato per sciogliere tali resine, deposita la resina nei pori e nelle fessure del legno col risultato di migliorare le caratteristiche meccaniche e la resistenza agli agenti atmosferici, nonché l'aggressione biologica e chimica;
4. resine poliesteri insature: Queste resine polimerizzano a freddo previa aggiunta di un catalizzatore e di un accelerante. Presentano buona resistenza agli aggressivi chimici (ad eccezione degli alcali). L'uso di tali resine è limitato nel caso in cui si voglia ottenere una buona resistenza agli aggressivi chimici;
5. resine poliuretaniche;
6. resine epossidiche.

Le resine dovranno in ogni caso presentare una elevata idrofilia per permettere la penetrazione per capillarità dovendo operare su legni anche particolarmente umidi. Dovranno essere sciolte in solvente organico polare fino a garantire una viscosità non superiore a 10 cPs a 25°C e un residuo secco superiore al 10% per resine a due componenti (poliuretaniche, epossidiche) e al 7% per le rimanenti. I sistemi di resine da utilizzare dovranno essere atossici e non irritanti secondo la classificazione Cee e presentare le seguenti proprietà:

- nessun ingiallimento nel tempo;
- elevata resistenza agli agenti atmosferici e ai raggi UV;
- indurimento e/o evaporazione del solvente, graduale ed estremamente lento, tale da consentire la diffusione completa del prodotto per garantire una impregnazione profonda;
- possibilità di asporto di eventuali eccessi di resina dopo 24 ore dalla applicazione, mediante l'uso di adatti solventi;
- elevata resistenza chimica, all'acqua, all'attacco biologico.

6 - Consolidamento delle strutture classificate secondo le unità tecnologiche (UNI 8290)

6.1 - Strutture di fondazione

Prima di dare inizio ai lavori è bene accertare la consistenza delle strutture di fondazione e la natura del terreno su cui esse gravano. Si

dovranno quindi eseguire scavi a pozzo di dimensioni tali da consentire lo scavo a mano e l'estrazione del materiale di risulta, in condizioni da non pregiudicare la stabilità dell'edificio (cantieri di larghezza 1,2 - 1,5 ml.). Deve essere, inoltre, attentamente valutata la resistenza delle strutture interrate, in vista anche di eventuali variazioni di carico. Gli scavi devono essere eseguiti fino al piano di posa della fondazione e, in relazione alla natura del terreno ed alla profondità raggiunta, è opportuno siano sbadacchiati secondo la natura del terreno.

6.2 -Interventi su fondazioni dirette in muratura o pietrame

Le operazioni preliminari di ogni intervento sulle fondazioni consistono in:

a) esecuzione dello scavo su uno o ambo i lati della fondazione fino al piano di progetto;
b) puntellatura della struttura che può essere effettuato in tre modi:

- puntellatura lignea di contenimento:
- realizzazione di un incasso nella muratura;
- preparazione della platea con tavolati;
- messa in opera di puntelli con incassatura a mezzo di cunei;

puntellatura lignea di contenimento e sostegno:

- come sopra;
- apposizione di travi in legno sui tavolati aderenti alla muratura;
- messa in opera di puntelli fra trave e platea;

puntellatura provvisoria per opere di sottofondazione:

- predisposizione degli appoggi per i sostegni;
- esecuzione di fori per il passaggio dei traversi;
- zeppatura dei traversi con cunei di legno.

Sulla base delle informazioni riguardanti i dissesti e le loro cause scaturite da approfondite analisi geologiche e prove in loco, si definiscono i lavori di consolidamento in:

- interventi sulla costruzione e sul suolo al fine di ridurre le tensioni nelle zone maggiormente colpite della struttura;
- interventi sul terreno volti a migliorare le caratteristiche, contenerne i movimenti, ridurne le spinte.

Per contrastare un cedimento intermedio e terminale dovranno essere eseguite travi cordolo in c.a. collegate mediante traversi. Le modalità operative saranno:

- getto di spianamento in magrone di calcestruzzo;
- esecuzione di varchi nella muratura;
- posa in opera di armature di collegamento e di cordoli in c.a.;
- casseratura;
- getto in conglomerato;
- foratura della muratura dopo l'indurimento;
- predisposizione delle armature dei traversi;
- getto con cemento espansivo.

Nel caso in cui la sezione sia insufficiente, dovranno essere usate travi cordolo in c.a. con precompressione del terreno. Tale precompressione sarà realizzata mediante martinetti idraulici che, in presenza di terreni cedevoli, comprimono e compattano gli strati sottostanti ma che, se utilizzati al contrario, mettono in carico la muratura soprastante. Alla fine sarà effettuato un getto di completamento. Per attenuare i fenomeni di ritiro del calcestruzzo, soprattutto nel getto dei traversi, è necessario inumidire con getti periodici d'acqua, applicazione di teli umidi, segatura, terra o speciali pellicole o vernici protettive. La stagionatura umida è consigliata anche in caso di conglomerato additivato o a ritiro compensato. La costruzione muraria, o sottomurazione con muratura di mattoni e malta di cemento, viene eseguita in presenza di uno strato di terreno compatto non molto profondo. Essa aumenta la capacità portante della fondazione poiché allarga, mediante una gradonatura con materiale nuovo, la base di carico. Dopo aver asportato terreno al di sotto delle fondazioni esistenti, verrà effettuato un getto di calcestruzzo per nuove fondazioni sul quale sarà eseguita la costruzione della muratura in mattoni pieni e malta di cemento. Durante la costruzione bisogna avere cura di mantenere la continuità tra sottofondazioni e struttura esistente mediante cunei in legno duro di contrasto e usando leganti a stabilità volumetrica. I giunti dovranno essere sigillati con malta.

Anche la soletta in c.a. viene realizzata per cantieri di lunghezza variabile secondo la consistenza muraria. Il collegamento delle armature longitudinali dei vari cantieri deve essere curato al fine di non scomporre la soletta in tanti tronchi. Dopo aver asportato terreno al di sotto delle fondazioni esistenti, verrà effettuato un getto di spianamento in magrone di calcestruzzo, sul quale verranno pose in opera le armature con funi di collegamento.

6.3 - Sottofondazioni

I lavori di sottofondazione non devono turbare né la stabilità del sistema murario da consolidare né quella degli edifici adiacenti. Dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti e le precauzioni necessari al rispetto di tale requisito. Nel caso di un muro continuo di spina la sottofondazione dovrà essere simmetrica. Inoltre, una volta eseguite le puntellature delle strutture in elevazione e individuati i cantieri di lavoro, si pratica uno scavo a fianco della muratura di fondazione fino a raggiungere il piano su cui si intende impostare la sottofondazione. A seconda dello spessore della muratura lo scavo verrà eseguito da un lato e le pareti dello scavo dovranno essere opportunamente sbadacchiate, mano a mano che lo scavo si approfondisce. In seguito si scava al di sotto della vecchia fondazione, interponendo puntelli tra l'intradosso della muratura ed il fondo dello scavo e si esegue la muratura di sottofondazione.

a) Sottofondazioni in muratura di mattoni

Si deve costruire una muratura di mattoni e malta pozzolanica o al più cementizia, ma priva di sali per evitare il fenomeno di risalita di sali nella muratura soprastante, lasciando fra vecchia e nuova muratura lo spazio equivalente ad un filare di mattoni e all'interno del quale si dovranno inserire dei cunei di legno duro che, dopo 3-4 giorni si provvederà a sostituire con cunei più grossi per compensare l'abbassamento della nuova muratura. Ad abbassamento avvenuto si provvederà a fare estrarre i cunei e a collocare l'ultimo filare di mattoni, riempiendo in forza l'intercapedine.

b) Sottofondazioni in conglomerato cementizio gettato a piè d'opera

È richiesto un lungo tempo prima di poterle incassare sotto la muratura. Infatti prima di poterle utilizzare dovranno attendersi i 28 giorni necessari affinché il conglomerato cementizio raggiunga le sue caratteristiche di portanza e di resistenza meccanica. Trascorso tale tempo si possono inserire sotto la fondazione da consolidare.

c) Sottofondazioni con cordoli o travi di cemento armato

Occorre eseguire gli scavi da ambedue i lati del tratto di muratura interessata fino a raggiungere il piano di posa della fondazione. Una volta rimossa la terra di scavo si effettuerà un getto di spianamento in magrone di calcestruzzo e si procederà poi alla predisposizione dei casseri, delle armature e al successivo getto dei cordoli. Dopo l'indurimento del getto per mettere in forza l'intercapedine si consiglia di usare cemento espansivo.

6.4 - Allargamenti fondazionali

a) Allargamento mediante lastra in c.a.

Si raggiunge con lo scavo il piano della fondazione esistente operando per campioni e si costruisce una lastra in c.a. opportunamente svincolata dalla muratura; successivamente si esegue al di sopra e ad opportuna distanza una soletta in c.a. adeguatamente collegata alla muratura mediante cavalletti in acciaio, barre passanti di adeguata rigidezza, elementi in c.a.; si pongono nell'intercapedine tra lastra e soletta dei martinetti che, messi in pressione, trasmettono al terreno un carico di intensità nota; si pongono elementi distanziatori nell'intercapedine, si asportano i martinetti e infine si riempie l'intercapedine con calcestruzzo a ritiro controllato.

b) Procedimento Schultze

Vengono ammorsati elementi in c.a. a sezione triangolare di 2,00 m di altezza e 0,65 di profondità posti a 1,65 m d'interasse e che vengono incastrati ai due lati della muratura, mediante dentellatura intagliata in questa e solidarizzata alla stessa con tiranti in acciaio passanti. Al di sotto di questi elementi sul fondo dello scavo praticato ai lati della muratura per campioni vengono realizzate due travi in c.a. che verranno caricate tramite martinetti posti tra travi ed elementi triangolari.

6.5 - Pali di fondazione

I pali impiegati nel consolidamento sono quelli preforati, per i quali il foro viene eseguito perforando il terreno con un tubo-forma, e asportando il materiale attraversato. La perforazione si esegue con la sonda che può avanzare mediante percussione oppure mediante rotazione, che risulta essere più adatta poiché arreca poco disturbo dinamico alla costruzione. I fori vengono intubati, cioè protetti da un tubo forma in lamiera che avanza durante la perforazione. Solo in presenza di terreni coerenti si può effettuare la perforazione mediante la sola trivellazione. I fori, praticati con le diverse tecniche, vengono riempiti con calcestruzzo, che viene man mano pistolato mediante l'immissione di un vibratore. I pali possono essere armati in parte o per tutta la loro lunghezza. In presenza di terreni in cui è presente una falda affiorante, l'esecuzione del foro si effettuerà immettendo fanghi bentonitici per evitare lo smottamento delle pareti del foro.

a) Pali Strauss

Nel palo Strauss originario, un procedimento di battitura pone in contatto forzato il calcestruzzo con il terreno laterale, favorendo la resistenza ad attrito lungo la superficie di contatto. Prima del getto di ogni strato, la mazza deve essere ritirata.

b) Pali Wolfsholz

Per eseguire questi pali si affonda il tubo di forma (che funge da cassero) durante la trivellazione e, man mano che il tubo scende, si riempirà spontaneamente dell'acqua di falda. Quando la forma ha raggiunto la profondità prestabilita, si arma il palo e si chiude l'estremità superiore con un robusto tappo a tenuta d'aria, munito di tre fori, uno per l'aria a bassa pressione, uno per l'aria ad alta pressione, ed uno per la malta di cemento pure sotto pressione. Il foro per la malta è collegato ad un tubo che scende fino alla base del palo ed è collegato esternamente a una miscelatrice a tenuta d'aria. Un compressore, mediante un tubo, fornisce aria compressa alla miscelatrice, e ai due fori. Si immette dapprima la bassa pressione, in modo da espellere l'acqua dal tubo di forma, in seguito si apre il rubinetto adduttore della malta, effettuando il getto. Una volta riempito il tubo di forma, si apre l'alta pressione. Il tubo, chiuso ermeticamente, viene spinto verso l'alto, e la malta, sotto pressione, si insinua nelle pareti terrose, liberate dal tubo, tanto più quanto più il terreno è ghiaioso e sciolto. Con questa manovra la superficie superiore della malta nel tubo subisce una depressione dovuta alla parte di essa che è andata a riempire la parete cilindrica terrosa. Per aggiungere altra malta nel tubo, si chiude l'alta pressione, immettendo poi un nuovo getto. Si prosegue fino alla completa costruzione del palo e al totale recupero del tubo di forma.

c) Pali a tronchi prefabbricati o conci (pali Mega)

Si interviene al di sotto della fondazione esistente infiggendo nel terreno i tronchi, di cui il primo a punta conica, mediante martinetti idraulici, fino a raggiungere un terreno solido. Tra tronco e tronco si getta uno strato di malta, e alla fine si collega la sommità dell'ultimo tronco con la fondazione esistente, tramite elemento distanziatore metallico nel quale viene eseguito il getto di conglomerato.

6.6 - Micropali

I micropali hanno dimensioni diametrali ridotte, che vanno da 50 ai 300 mm. La perforazione viene eseguita utilizzando una trivella munita di corona tagliente. L'apparecchiatura deve consentire di orientare la trivellazione in qualsiasi direzione. Eseguito il foro si infila in questo un tubo, con all'interno un'armatura costituita da una o più barre d'acciaio nervato di grosso diametro, oppure da una gabbia costituita da barre longitudinali collegate da una spirale, oppure da un profilato d'acciaio. Si esegue quindi il betonaggio sotto pressione, impiegando un microconglomerato dosato a 500/600 kg. di cemento al m³. Il microconglomerato è premuto ad aria compressa, durante il contemporaneo sfilaggio del tubo, e penetra nel terreno circostante in quantità proporzionale alla densità dello stesso.

6.7 - Interventi su murature in mattoni o pietrame

Prima di qualsiasi intervento dovranno predisporsi opere provvisionali e di sostegno. La struttura deve essere puntellata e, a tal fine, potrà aversi una puntellatura:

1) di contenimento, le cui modalità operative sono:
   - realizzazione di un incasso nella muratura
   - preparazione della platea con tavolati in laterizio
   - messa in opera dei puntelli con incassatura a mezzo di cunei
2) di contenimento e sostegno, le cui fasi sono:
   - disposizione sulla muratura di tavolati lignei
   - preparazione della platea con tavolati in laterizio
   - apposizione di travi in legno su tavolati aderenti alla muratura
   - messa in opera di puntelli fra travi e platea.

Inoltre si dovrà, preliminarmente ad ogni altra opera, asportare l'intonaco scrostato, se privo di interesse artistico, mediante spicconatura. Se la malta ha perso le sue proprietà leganti, si eseguirà la stillatura dei giunti con malta non troppo porosa, dopo aver effettuato la scarnitura profonda dei giunti ed il lavaggio con acqua. Nel caso di piccole lesioni e fessurazioni, queste potranno essere risanate in due modi:

a. riprendendole con malta speciale: È necessario eliminare dalle fessure e dai giunti delle parti deboli e distaccate fino alla parte sana, pulendo le parti con aria compressa e bagnando con acqua di lavaggio. Alla fine sarà effettuata la stuccatura sulla superficie così preparata;
b. cementandole con colaggio di latte di cemento: La muratura dovrà essere perforata ed i fori dovranno essere otturati da un solo lato con malta di gesso. Si procederà quindi alla stuccatura dei giunti ed al lavaggio interno dei muri. Nei fori verranno quindi inseriti degli imbuti collegati a boccagli per il colaggio del cemento. Nel caso di vuoti e lesioni saranno effettuate iniezioni a base di malte cementizie o di resine dopo aver praticato una scarnitura profonda dei giunti murari e dopo aver effettuato lavaggio con acqua a pressione fino a rifiuto. I giunti dovranno essere stilati con malta di cemento e sabbia a grana grossa. A questo punto saranno eseguiti dei fori nei quali si inseriranno e si fisseranno dei tubi di iniezione tramite i quali sarà immessa la miscela.

L'intervento di cuci-scuci si applicherà solo quando non potranno essere applicate altre tecniche. L'intervento consiste nell'inserire a contrasto ed opportunamente ammorsata una muratura di mattoni pieni o di blocchi. Si opera a tratti alternati al fine di non interrompere la continuità

statica della muratura ricostruendo una muratura in blocchi e malta di cemento magra. I cunei di contrasto in legno, una volta tolti, vengono sostituiti con mattoni allettati e malta fluida fino a rifiuto. Nel caso in cui sia diminuita la resistenza della muratura, si ricorrerà all'uso di tiranti che possono essere realizzati con barre o con trefoli di acciaio armonico. Per porre in opera tali tiranti, dovranno eseguirsi dei fori nella muratura eseguendo uno scasso per l'inserimento delle piastre di ancoraggio. Il piano di posa sarà preparato con malta a ritiro compensato. A questo punto saranno messe in opera in apposite scanalature lungo la muratura sia le barre filettate agli estremi, già preparate e tagliate, sia le piastre. Dopo aver messo in tensione i tiranti dovranno sigillarsi le scanalature con malta a ritiro compensato. Le iniezioni armate hanno lo scopo di aumentare la resistenza a trazione della muratura e di impedire la dilatazione trasversale in caso di schiacciamento. Le barre ad aderenza migliorata, devono essere posizionate inclinate in appositi fori eseguiti nella muratura ed accuratamente lavati con acqua a bassa pressione fino a saturazione. Le imperniature saranno poi sigillate con iniezioni a bassa pressione di legante e, a presa avvenuta, le barre saranno tagliate a filo del muro. La tecnica delle lastre armate consiste nell'asportazione delle parti di muratura incoerenti o già distaccate e nella spolverizzazione delle lesioni con aria compressa. A queste operazioni preliminari seguono: l'esecuzione di fori obliqui nella muratura, la stuccatura delle lesioni e delle fessure ed il fissaggio su ambo i lati del muro di una rete elettrosaldata, applicando sulle pareti betoncino di malta.

6.8 - Interventi su colonne e pilastri in muratura

Per quanto riguarda i pilastri o le colonne le manifestazioni di dissesto sono analoghe a quelle delle murature, mentre differiscono le metodologie d'intervento. La cerchiatura è un intervento atto a contrastare il fenomeno dello schiacciamento. Le barre d'acciaio sono messe in opera a caldo per cui, contraendosi, durante il loro raffreddamento, imprimono al pilastro una compressione radiale. Le cerchiature possono anche essere fatte a freddo con messa in carico dei cerchi mediante chiave dinamometrica. L'applicazione della cerchiatura inizia nella zona più deformata per proseguire verso le estremità. La cerchiatura viene spesso sostituita dai frettaggi con microbarre in acciaio inserite all'interno della colonna ed invisibili ad intervento ultimato. Le staffature in ottone o acciaio inossidabile vengono messe in opera inclinate a 45° e solidarizzate alle colonne con iniezioni di resina. L'inserimento di barre verticali e staffe metalliche diventa necessario per migliorare le caratteristiche di resistenza a pressoflessione di un pilastro o colonna. Le barre e le staffe vengono inserite in perfori realizzati in corrispondenza dei ricorsi di mattoni, saldate fra di loro e sigillate con resine epossidiche.

Un consolidamento più completo può prevedere oltre alle staffature anche il rinforzo in caso di pilastri rettangolari con profilati metallici, colatura di boiacca e betoncino armato. Dopo la posa delle barre ad aderenza migliorata, si provvede, entro fori predisposti, alla colatura di boiacca cementizia dal basso verso l'alto. Gli angolari metallici, la rete metallica e le barre vengono saldati fra di loro prima dell'esecuzione delle lastre di betoncino.

6.9 - Interventi su murature a sacco con laterizio esterno

Il ripristino di una muratura a sacco con paramenti esterni in laterizio si esegue solo se lo stato dei paramenti è in buone condizioni senza eccessivi rigonfiamenti e lesioni diffuse. Partendo dal basso si asporta un elemento laterizio ogni due per file parallele sul lato interno, si applica sulla parete opposta di un foglio di polietilene puntellato a terra e si sigillano lesioni e fessure sulla parete interna. Nei vani creati vengono inseriti tronconi di tubi di ferro e si sigillano con malta di cemento. Si inserisce entro questi vani acqua di lavaggio e si cola latte di cemento fino a rifiuto, ripetendo l'operazione a presa avvenuta e per le successive file superiori.

6.10 - Interventi su superfici esterne verticali di mattoni o pietre

Se sono state messe in evidenza fessurazioni, scheggiature, rotture, si deve intervenire mediante sigillature ed iniezioni con stucchi epossidici o malte a base di resine al fine di rendere la superficie più omogenea e meno deteriorabile dall'acqua, dagli agenti chimici e da quelli inquinanti. A volte la pulizia, se realizzata con prodotti adatti ed in modo adeguato, liberando l'involucro dalle pericolose croste nere comporta un sufficiente risanamento. Generalmente lo scopo della pulizia, preceduta da un consolidamento superficiale, è quello di preparare le superfici all'intervento di protezione.

Nel caso di rotture o frammenti con scagliature dovute a gelività o a piccole lesioni si ricorre alle già descritte tecniche della stillatura profonda dei giunti o alla ripresa delle piccole lesioni con malta speciale. I metodi di protezione delle superfici, nel caso di perdita di resistenza dell'involucro superficiale, sono:

a. impregnazione, che consiste nell'aspersione di materiale consolidante a penetrazione strutturale
b. impregnazione sottovuoto, che consiste nell'immissione controllata di resine sintetiche dopo aver avvolto il manufatto con fogli di polietilene sostenuti da rete metallica e nell'aspirazione dell'aria, gas residui, umidità. I fogli saranno rimossi a fine operazione.

6.11 - Interventi di scuci e cuci

Questo tipo di intervento è indicato per tutte quelle situazioni in cui il degrado della malta ha ridotto la capacità portante della muratura. L'obiettivo è il ripristino delle caratteristiche fisiche e meccaniche della muratura, nel rispetto dei materiali e delle tecniche originarie. La tecnica consente di ristabilire la continuità strutturale degli elementi murari attraverso la sostituzione graduale degli stessi, senza interrompere la funzione statica delle murature nel corso dell'operazione.

L'intervento consiste nella demolizione della parte di muro soggetta al degrado e la sua ricomposizione con la stessa trama muraria. Per questo intervento viene usata malta di calce spenta. Per la ricostruzione della muratura vengono utilizzate, per quanto possibile, le pietre esistenti; i vuoti vengono riempiti da pietre di uguale caratteristiche, reperibili talvolta sul luogo. È il tipo di intervento più usato e consigliato, sia per l'efficacia intrinseca sia perché consente di mantenere integra la tipologia originaria.

1. Individuazione della parte di muro da sostituire e delle parti interessate ai successivi interventi, con il criterio distributivo di alternarli in modo da avere sempre il massimo possibile di muratura resistente.
2. Il muro deve essere opportunamente puntellato.
3. Si apre uno strappo in breccia nella prima zona di intervento, iniziando dal basso e procedendo verso l'alto fino a dove la fessurazione non diviene capillare.
4. Ricostruzione della porzione demolita con pietre di uguale caratteristiche, legate insieme con malta di calce spenta.

Le malte da utilizzare, per quanto possibile, devono essere confezionate con materiali analoghi a quelli utilizzati durante la costruzione dell'edificio oggetto del restauro.

Nella preparazione delle malta si devono usare sabbie di granulometria e natura chimica appropriata. Sono da preferire le sabbie di tipo siliceo o calcareo, mentre sono da escludere quelle provenienti da rocce friabili o gessose; inoltre non devono 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.

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.

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malta sono riportate nel D.M. 3 giugno 1968.

6.12 - Interventi su superfici esterne verticali in calcestruzzo
Nel caso di degrado iniziale che non ha ancora compromesso l'armatura, una volta distaccate le parti incoerenti e pulite le fessurazioni fino alla parte sana, si può ripristinare la superficie originaria con la tecnica del ponte d'aggancio previa predisposizione di casseri per il getto. In caso di riporti di elevato spessore, si può applicare una rete elettrosaldata. Le malte epossidiche a base di resina possono essere applicate a più strati con cazzuola o gettate entro casseri previo ponte d'aggancio. Dopo aver applicato il ponte d'aggancio le superfici possono essere rasate a zero per eliminare fori di evaporazione.
La pulizia delle superfici in calcestruzzo è di tipo meccanico mediante sabbiatura o pulizia a vapore con rimozione delle croste, cere e olio, mediante spazzola metallica, mola o flessibile con sistema di polverizzazione. La pulizia, intesa come preparazione, prevede anche la regolarizzazione delle fessurazioni e l'asportazione delle schegge con particolari strumenti, quali windsor router, martello scalpellatore, etc. Gli interventi di protezione esterna del calcestruzzo si suddividono in interventi con funzione idrorepellente e interventi con funzione di anti carbonatazione. I primi sono simili a quelli presi in esame nel caso delle murature. La protezione superficiale contro il fenomeno della carbonatazione si esegue applicando un primer ed uno strato di protezione.

6.13 - Interventi su strutture in calcestruzzo
Gli interventi localizzati non possono prescindere da una verifica del complessivo. Nel caso di integrazione dell'inerte, vengono ampliate le fessure fino al materiale sano, pulite dalla polvere le superfici, realizzato anche un eventuale ponte d'aggancio e ripristinata la superficie con un getto di calcestruzzo, spruzzo di betoncino o rifacimento a cazzuola con malta.
Se le fessure non superano i 3-4 mm., si impiegano iniezioni a base di resine organiche. Se è necessario integrare le armature a causa del distacco del copriferro, bisogna avere cura di pulire i ferri esistenti dalla ruggine, collegare ad essi le nuove armature (rete elettrosaldata, profili in acciaio, barre) mediante legatura a mano o saldatura ed eseguire il getto di calcestruzzo previo eventuale ponte d'aggancio con adesivo epossidico. Nel caso di perdita delle caratteristiche meccaniche si ricorrerà alla tecnica dell'impregnazione sottovuoto

6.14 - Interventi su colonne in calcestruzzo
Nel caso di colonne, per contrastare gli sforzi di compressione assiale, si aumenta la sezione resistente dell'elemento disponendo le armature di progetto posizionando una casseratura cilindrica e, dopo aver predisposto dei fori di inumidimento, eseguendo il getto del calcestruzzo entro i casseri.

6.15 - Interventi su pilastri in calcestruzzo
Per i pilastri a sezione rettangolare molto lesionati e dove non sia possibile aumentare la sezione, si applicano agli spigoli dei profilati metallici previa applicazione di una miscela di adesivo epossidico e sabbia silicea finissima in parti uguali. Per garantire l'aderenza immediata i profilati vengono fissati con chiodi sparati o con puntelli di sostegno. Se è possibile aumentare la sezione dovrà prevedersi un'incamiciatura con betoncino armato con tondino o rete metallica, saldati a loro volta ai profilati.
Per aumentare le prestazioni dell'elemento in presenza di nuovi stati di sollecitazione e di sforzi di taglio, si possono applicare degli angolari sugli spigoli e delle piastre di collegamento sulle facce del pilastro incollandole con resine epossidiche e puntellandole fino a presa avvenuta. Poi si salda a punti con una rete metallica e si spruzza il betoncino per uno spessore di 3-4 cm.

6.16 - Interventi su solai lignei
Prima di effettuare qualsiasi intervento occorrerà eseguire l'eventuale:
- asportazione del pavimento e sottofondo;
- rimozione dell'intonaco sui muri perimetrali in corrispondenza del solaio;
- asportazione del tavolato o di parte dell'orditura secondaria;
- disinfestazione e protezione del legno.

Nel caso in cui sia diminuita la rigidezza del solaio con piano in tavolato, si sovrapporrà un nuovo tavolato a quello originario, chiodando il nuovo sul vecchio tavolato mediante chiodatura e mettendo in opera cunei in legno tra il nuovo tavolato ed i muri perimetrali. A fine operazione di procederà alla levigatura del nuovo tavolato. Se il vecchio tavolato non è più in buone condizioni occorre sostituire il tavolato o piano laterizio esistente con nuovo tavolato in legno. Dopo aver rimosso il piano esistente, il nuovo tavolato deve essere trattato con sostanze antifungo, antitermiti, antincendio. La posa avverrà mediante chiodatura. La soletta indipendente apporta un miglioramento della rigidezza del solaio. Si procede riempiendo eventuali vuoti o discontinuità del solaio e proteggendo l'intradosso con posa di fogli di nylon. La rete elettrosaldata viene a sua volta collegata al solaio rendendola solidale con questo mediante un getto in conglomerato cementizio. L'uso di tiranti e cravatte è consigliabile per aumentare la rigidezza del solaio soprattutto in caso di zone sismiche. Si praticano dei fori nelle murature nei quali vengono poste in opera le piastre di ancoraggio dei tiranti e successivamente i tiranti, che devono essere ancorati a questi ed al solaio per mezzo di cravatte. L'inserimento di tirante preteso aderente alla trave consegue sia un irrigidimento della trave sia una connessione ai muri perimetrali. Il tirante infatti viene introdotto in fori predisposti e sigillato con resine epossidiche previa pretensione con chiave dinamometrica. L'ancoraggio alle murature avviene mediante piastre con cunei o dadi filettati.
Nel caso di connessione solaio-muro, i tiranti sono collegati al tavolato di legno per una lunghezza non inferiore a 1 ml.; ogni collegamento viene effettuato ogni 1,5 - 3 ml. e da ogni punto di collegamento, mediante chiodatura o bullonatura, si dipartono due tiranti formanti un angolo di 45° - 60°. Nel caso di piastra di ancoraggio si praticano due fori a partire dalla faccia esterna del muro ricavando due sedi per le piastre metalliche, contigue e ortogonali all'asse di perforazione. L'estremità del tirante può essere ad asola per i cunei o filettata per i dadi. Se il collegamento avviene con apparecchi a coda di rondine, il tirante è chiodato o bullonato sul tavolato e saldato alla gabbia metallica già predisposta nella muratura e sigillata con calcestruzzo. Nel caso di connessione trave-muro valgono le stesse considerazioni fatte per l'intervento precedente. L'inserimento di un'anima di rinforzo o piastra di sostegno consente di risolvere molti problemi come fratture, lesioni da schiacciamento, deterioramento dovuto ad agenti patogeni, ecc. l'intervento consiste nell'incidere sul materiale risanato una scanalatura dove si esegue un getto di malta epossidica, si inserisce una piastra d'acciaio, e si realizza un secondo getto. La trave può essere riparata mediante elementi metallici, eseguendo dei fori inclinati, ponendo in opera il ferro piatto e collegando il ferro con la trave con chiavarde o bulloni. Lo stesso risultato si può ottenere con barre in vetroresina lungo il piano orizzontale e verticale, fissando le travi con miscele epossidiche.
I profili metallici possono essere posti sia all'estradosso, creando un collegamento tra trave e putrella mediante cravatte metalliche tirate, sia all'intradosso, realizzando nella muratura degli alloggi per le teste delle putrelle e ponendo quindi due putrelle ai lati della trave.
Nel caso in cui la testata della trave sia ammalorata possono inserirsi barre in vetroresina dopo aver rimosso le parti ammalorate e dopo aver eseguito dei fori nella trave; oppure si possono realizzare nuovi appoggi senza sostituzione delle estremità, fissando una mensola metallica al muro ed creando una connessione tra trave e mensola. Una volta creato il nuovo supporto si asporta la parte deteriorata, ripristinandola con materiale sano. Se la vecchia trave è ormai inaffidabile occorre sostituirla liberando e sfilando la trave dalla muratura, mettendo in opera la nuova trave e realizzando il contrasto con i travetti mediante biette in legno.

6.17 - Interventi su solai in ferro e laterizio
Nel caso di solai in ferro e laterizio è opportuno precisare che tutti gli interventi devono essere preceduti da pulizia dei ferri con smerigliature

ed eventuali trattamenti antiruggine, antincendio e protettivi. Se il laterizio è danneggiato o inaffidabile, occorre sostituire gli elementi deteriorati. Le fasi operative consistono in:

- demolizione del laterizio;
- posa del tavellonato appoggiato all'ala inferiore dei travetti e del materiale d'alleggerimento sopra il tavellonato;
- saldatura di tondino sagomato sull'ala superiore della putrella;
- posa di rete elettrosaldata;
- irrorazione con acqua;
- getto di calcestruzzo.

Nel caso in cui le travi abbiano perso rigidezza può eseguirsi un consolidamento all'estradosso mediante cappa armata. Il collegamento tra solaio e muro perimetrale può essere migliorato in due modi:

1. collegamento della singola trave: si esegue liberando la testata della trave, saldando un tondino all'anima della putrella ed una eventuale piastra alla faccia inferiore dell'ala di estradosso. Dopo aver bagnato con acqua si esegue il getto di calcestruzzo dentro la casseratura;
2. collegamento continuo: si esegue perforando la muratura, inserendo barre in ferro ad aderenza migliorata e sigillando con boiacca di cemento o resine. Le barre sono poi saldate ad una sezione metallica ad "L".

Se la sezione della trave in ferro è originariamente insufficiente si esegue il consolidamento all'intradosso con posa in opera di nuovo sistema di travi in ferro senza rimuovere pavimento e sottofondo. Si rimuove l'eventuale controsoffitto e, dopo aver posto in opera travi a sistema semplice (ortogonali alla struttura esistente) o doppio (parallele a quelle originarie), si crea il collegamento degli elementi metallici nelle zone di contatto, appoggiando le travi al muro mediante inserimento di ciascuna testa previa saldatura di tondini, oppure realizzando un cordolo in c.a. sul quale appoggiare le teste delle putrelle. Il consolidamento può anche essere effettuato all'estradosso con intervento sulle travi in ferro. Le staffe vengono fissate alle travi e, dopo aver bagnato tutta la parte interessata dal getto, si esegue questo entro l'ala delle putrelle.

6.18 - Interventi su solai in latero-cemento

Anche in questo caso prima di procedere con qualunque tipo di intervento, occorre puntellare il solaio e pulire le travi in c.a. Il collegamento tra solaio e muri perimetrali può essere migliorato con:

1. spezzoni di ferro, realizzando un cordolo armato e, dopo aver forato la muratura, inserendo spezzoni di ferro collegandoli con l'armatura del cordolo;
2. apparecchi a coda di rondine, demolendo i tratti del cordolo in corrispondenza di ogni ancoraggio e, dopo aver collegato le armature della gabbia e quelle del cordolo, eseguendo un getto degli apparecchi a coda di rondine e reintegrazione del cordolo.

Se il solaio risulta essere inaffidabile si può sostituire il vecchio solaio dopo averlo demolito e dopo aver demolito anche una fascia di muro per realizzare un cordolo in c.a. Si procederà quindi all'eventuale posa di spezzoni di ferro o a coda di rondine. Dopo aver posto in opera i ferri di armatura delle travi entro casseri o di travi prefabbricate, si esegue il getto sul quale verranno posati i laterizi. L'intervento si conclude con la bagnatura ed un getto di completamento. Se le travi in c.a. hanno perso resistenza si potrà procedere al rafforzamento per mezzo di piastre metalliche o di armature suppletive.

6.19 - Interventi su pavimenti

Per la preparazione del supporto per la posa di malta si procede ad una pulizia e bagnatura dello stesso. La malta deve essere stesa con un "rigone" e spolverata, quando indurita, da polvere di cemento; le piastrelle vanno posate a giunto unito o aperto con appositi distanziatori (listelli di legno). I giunti fra le piastrelle, una volta posate, devono essere sigillati con boiacca, posata a spatola non metallica e tolta, se in eccesso, con tela di iuta. Le piastrelle non smaltate devono essere pulite con soluzione acida. La posa del collante si realizza in caso di posa su supporto liscio sul quale vengono pressate fino a totale adesione le nuove piastrelle che devono venire stuccate nei giunti e pulite con spugna bagnata. La posa dello strato legante per la posa di pavimentazione lapidea, consiste nella stesura di malta normale di cemento sulla quale viene applicata malta bastarda. Le lastre posate vengono stuccate con cemento bianco addizionato con pigmenti colorati e, dopo venti giorni circa, levigate e lucidate.

L'impermeabilizzazione dei pavimenti in cotto avviene con posa di olio di lino crudo dopo avere atteso due giorni dal lavaggio con acqua e acido muriatico al 20%. Dopo quattro ore dalla stesura dell'olio di lino si procede alla ceratura del pavimento.

6.20 - Interventi su scale

Nel caso di scala in pietra con rottura parziale della parte anteriore della pedata di un gradino, si può provvedere alla ricostruzione del pezzo mancante, fuori cantiere, e al suo incollaggio con resine epossidiche o, al limite, latte di cemento. Nel caso di gradini in pietra o c.a. con doppio incastro, sconnessi con la muratura o rotti, si provvede alla loro sostituzione con ricostituzione del vano d'incastro mediante malta di cemento, eventualmente ad indurimento avvenuto. Quando i gradini in pietra o c.a. sono a sbalzo, è necessario predisporre un'impalcatura di sostegno.
Nel caso di sconnessione totale della scala a doppio incastro, si procede alla sua demolizione previa impalcatura di sostegno.

6.21 - Interventi su volte in muratura

Le operazioni preliminari nel caso di interventi su volte sono:

- predisposizione di ponti di servizio;
- puntellatura della volta;
- dismissioni di pavimenti, sottofondo e materiale di rivestimento;
- rimozioni a partire dalla zona di chiave, rimozione degli elementi delle volte a botte procedendo per tratti di uguale dimensione da ambedue i lati;
- rimozione dalla faccia estradossale mediante spazzole metalliche, raschietti, getti di aria compressa, delle malte leganti degradate e dei detriti di lavorazione.

In caso di legante inconsistente e presenza di soluzioni di continuità, si esegue il consolidamento della volta estradossale mediante colatura di boiacca di cemento o iniezioni a pressione (preliminare a molte altre operazioni). I rinfianchi cellulari contrastano il cedimento intermedio. Le fasi operative sono:

- innalzamento dei frenelli con mattoni e malta cementizia;
- microchiodature con barre di acciaio per ancorare i frenelli alla volta;
- foratura dei frenelli;
- collocamento sui frenelli di tavelloni di laterizio o travetti in laterizio armati;
- getto di una soletta armata.

La controvolta in calcestruzzo armato viene utilizzata nel caso di una ridotta sezione strutturale. Le fasi operative sono:

- pulitura della superficie estradossale;
- posa di rete elettrosaldata e dell'armatura;
- esecuzione di getto in calcestruzzo della controvolta e del cordolo perimetrale;

- ancoraggio del cordolo con imperniature ammorsate nella muratura.

In zone sottoposte al rischio sismico l'inserimento di travi metalliche e tiranti costituisce una riserva di sicurezza poiché il carico viene trasferito dalla volta alle travi soprastanti che entrano in carico solo in caso di spostamenti differenziati delle imposte e perdita di portanza della volta. La posa delle travi su un cordolo perimetrale in c.a. è preceduta da risarcitura delle lesioni e consolidamento con cappa armata. Per ovviare al fenomeno della pressoflessione nelle strutture di sostegno dovranno essere inseriti dei cavi tesi di acciaio, seguendo le successive fasi operative:

- rigenerazione delle murature;
- perforo inclinato nella muratura e inserimento di una barra di acciaio;
- collegamento della barra a lastre di ancoraggio o a bulbi fondali;
- tesatura della barra;
- iniezioni di acqua nei fori;
- immissione a pressione di miscela a base cementizia o formulati epossidici.

Per eliminare le componenti di spinta orizzontale, saranno utilizzati i tiranti in sospensione. Le fasi operative dell'intervento sono:
perforazioni all'interno della parte superiore della volta attraversanti la muratura;

- aspirazione dei detriti di perforazione;
- posizionamento dei cavi;
- colaggio di una malta epossidica adatta all'ancoraggio dei tiranti alla volta;
- a indurimento della malta avvenuto, tesatura dei cavi mediante giunti di tensione (a manicotto o a gabbia).

L'ancoraggio della volta ad un solaio preesistente deve seguire le sotto elencate fasi operative:

- dismissione di pavimento, sottofondo e riempimento;
- perforazioni sull'estradosso della volta;
- costruzione dei frenelli lasciando al loro interno i cavi per l'alloggiamento dei tiranti;
- posa dei laterizi e dei ferri d'armatura del solaio;
- inserimento dei tiranti lungo i fori praticati nei frenelli fino al raggiungimento di quelli praticati sulla volta;
- collegamento dei tiranti con l'armatura del solaio;
- iniezione di cemento e getto del calcestruzzo per la formazione del solaio.

L'uso di catene metalliche annulla le componenti di spinta orizzontale. Il procedimento è il seguente:

- rimozione dell'intonaco e del paramento esterno;
- segnalazione dei livelli e degli assi dei tiranti;
- preparazione della sede di posa mediante sonde rotative (diametro 25-30 mm.);
- creazione di scanalature per la posa delle piastre;
- imperniature per il fissaggio delle piastre (lato di 20-30 cm.);
- fissaggio provvisorio delle stesse;
- taglio e preparazione dei tiranti, aventi filettatura, per circa 10 cm. da ogni lato della muratura;
- posizionamento della catena mediante dadi filettati;
- saldature della piastra alle imperniature e della catena alla piastra;
- a malta indurita, tensione dei tiranti con chiavi dinamometriche (max 50% della tensione ammissibile dell'acciaio);
- saldatura del dado filettato;
- riempimento della sede di posa con iniezioni di malta cementizia.

Anche la strallatura annulla le spinte orizzontali. La volta deve essere preventivamente consolidata con cappa in c.a.

6.22 - Interventi su tetti a falda con orditura lignea

Gli interventi preliminari a qualsiasi operazione sono:

- puntellamento della struttura portante;
- eventuale rimozione del manto di copertura;
- disinfestazione e protezione del legno da funghi;
- disinfestazione e protezione da insetti o organismi marini.

Per consolidare ed irrigidire il legno della grossa orditura mediante posa in opera di nuovo tavolato in legno ortogonale alla pendenza di falda, occorre rimuovere il manto di copertura ed il suo piano d'appoggio; si pone poi in opera il tavolato in legno di abete o larice dello spessore variabile da 2,5 a 4 cm., rifilato e intestato a perfetto contatto e chiodato ai puntoni o travicelli partendo dalla linea di gronda e per corsi paralleli. Si pone infine il manto di copertura. Nel caso in cui si voglia irrigidire le falde senza porre mano al manto di copertura, si può inserire fra puntoni o travicelli, nella parte mediana della falda, un travetto, di dimensioni 8 x 8 cm. o 10 x 10 cm., collegato con quattro piastre di ancoraggio angolari per ogni travetto. Nella muratura del timpano si predispone la piastra di ancoraggio dello staffone, che può essere ancorato con cunei o dadi filettati e collegato dall'altra estremità con i travetti, i dormienti ed il colmo. La controventatura si effettua per ogni falda con due tavole da 25 mm. disposte a croce di Sant'Andrea. In relazione alle capriate i dissesti più comuni possono essere l'ammaloramento del nodo puntone-catena, della catena, la precarietà dei collegamenti. Il nodo puntone-catena può essere rinforzato con l'inserimento di barre in vetroresina e con eventuale ricostruzione delle parti asportate, perché troppo ammalorate, con conglomerato epossidico.
Nel caso in cui si debba intervenire sulle testate ammalorate di una catena si provvede all'incuffiamento delle testate stesse con scatole metalliche, collegate fra loro con ferri piatti incollati lungo i lati della catena. Le parti asportate vengono ricostruite con malte epossidiche.
Nel caso di ammaloramento della testata di una trave si può provvedere alla realizzazione di nuovi appoggi senza sostituzione delle estremità fissando all'intradosso della trave una mensola metallica in acciaio inox. Eseguiti i collegamenti necessari, si asporta la parte deteriorata della trave e si ripristina con i metodi suddetti.
In caso di trave danneggiata in modo non grave, si ricostruisce la parte asportata o mancante e si rinforza la sezione con l'applicazione di piastre sulle facce laterali opposte della trave mediante chiavarde passanti, opportunamente tirate.
In caso di trave sottoposta ad azione flettente, si applica al suo estradosso o intradosso una piastra metallica in ferro o acciaio, connessa alla trave con tacche imbullonate o chiavardate.
Per eliminare le componenti di spinta e rafforzare i collegamenti, nel caso di capriate, si inseriscono tiranti metallici. Questo intervento può essere complementare a quelli di ripristino delle parti mancanti e di ricostruzione dei nodi con piatti metallici, e consiste nel porre in opera una catena metallica di rinforzo dopo aver restituito la geometria originaria della capriata con funi metalliche presollecitate. La zona lignea placcata con lamiera nervata deve essere preconsolidata con formulati poliuretanici.
Nel caso di struttura a puntoni, l'intervento si esegue con tavolame in legno posto come una catena, e ferri di collegamento della trave di colmo con i travicelli o i puntoni.
Per ripristinare il collegamento fra le falde ed i muri d'appoggio si realizzerà un cordolo in c.a. senza rimuovere il coperto. Il cordolo viene eseguito per un'altezza minima di 20 cm. e per tutta la lunghezza della muratura. Il cordolo viene collegato al dormiente con barre d'acciaio di 8

mm. di diametro filettate e imbullonate ad una estremità ogni 50 cm. I travicelli o i puntoni sono collegati al cordolo mediante chiodatura o fasce metalliche. Nel caso il dormiente non venga conservato si ricorre ad un cuneo di legno per l'appoggio dei travicelli collegati al cordolo con zanche in ferro piatto.
Nel caso di deterioramento della piccola orditura, se la si può sostituire, si procede con la rimozione del manto di copertura con annessi torrini, camini, canali di gronda, pluviali, del tavolato e dei tavelloni, dei correnti, degli arcarecci e delle nervature varie. Se il legno è ancora in buono stato o si può disinfestare e consolidare viene riutilizzato e rimontato in sito.
In caso di legno troppo deteriorato, si sostituisce anche la grossa orditura portante previa rimozione degli elementi suddetti, nella ricostruzione si può porre in opera una nuova struttura di copertura in legno, trattato e stagionato, putrella e tavelloni, oppure una struttura secondaria in lamiera (zincata, in fibrocemento, etc.) o ancora strutture composite in acciaio, legno e calcestruzzo alleggerito.

6.23 - Interventi su manti di copertura
Le tegole, se smosse, devono venire fissate o sostituite parzialmente o totalmente se danneggiate.
I coppi danneggiati vengono rimossi e sostituiti con la ricollocazione di coppi dello stesso tipo provenienti anche da altri cantieri di recupero. In caso di scarsa resistenza agli urti e a fessurazioni dovute a gelività, si può ricoprire gli elementi con una pellicola consolidante ed idrorepellente o sostituire il manto con prodotti resistenti al gelo.
Dopo aver rimosso le parti incoerenti e dopo aver pulito mediante spazzolatura si impregnano gli elementi con consolidanti a penetrazione strutturale e si spalmano di guaina liquida all'acqua. Poi vengono impregnati con idrorepellente ed eventualmente cosparsi di lattice acrilico come barriera al vapore. Oltre alla sostituzione delle tegole o coppi con altri non sensibili al gelo, è opportuno realizzare una ventilazione sottotegola al fine di impedire condense e ristagni. Le lastre in materia plastica danneggiate devono essere sostituite e gli sbalzi ridotti, mentre ancoraggi e giunti scorrevoli devono essere predisposti per rispondere meglio alle dilatazioni. In caso di lastre e lamiere metalliche, agganci a viti e bulloni devono essere sostituiti con nuovi sistemi di fissaggio, mentre le lamiere, se poco danneggiate, devono essere protette con minio o con vernici bituminose. Nel caso in cui vengano sostituite bisogna avere cura che il protettivo rivesta le lastre in ogni parte prima della loro posa in opera. Tutte le parti sovrapposte devono essere sigillate.
Se troppo danneggiate le lastre in pietra devono essere sostituite riducendo le distanze fra i supporti e fra gli sbalzi.
In caso di lastre in metallo o pietra deteriorate o danneggiate, si procede alla sigillatura delle crepe con sigillante siliconico neutro previa pulitura meccanica e alla spalmatura di guaina liquida solvente trasparente.

6.24 - Interventi su infissi esterni
Nel caso di essenze poco pregiate è necessario nascondere i difetti con vernici coprenti a smalto o ad olio, previo trattamento con olio di lino lasciato assorbire in profondità. Le essenze pregiate vengono impregnate con olio trasparente, riducendo al minimo le stuccature con pasta colorata con additivi e usando come fondo isolante la vernice finale diluita con solvente.
Il ripristino della verniciatura segue generalmente le operazioni di rimozione delle parti distaccate o degradate e di stesura di una mano di fondo isolante. La manutenzione dell'infisso verniciato necessita di una totale pulitura del metallo fino al vivo e di una pulizia meccanica per eliminare lo strato bluastro di calamina in presenza del quale la vernice non dura e si sfalda.
La manutenzione degli infissi d'alluminio si limita al controllo delle guarnizioni di gomma che possono fuoriuscire dalla sede a causa della dilatazione termica.

6.25 - Interventi su balconi in ferro e laterizio
Il consolidamento dei profilati a sbalzo degradati in modo non eccessivo si articola nelle seguenti modalità operative:
- messa in opera di un puntone inclinato a 45°;
- pulizia delle parti esposte dei profilati esistenti mediante spazzolatura e scartavetratura;
- preparazione dei cavi sottostanti il profilato per accogliere il puntone;
- allargamento della parte per il fissaggio del puntone anche mediante saldatura di spezzone di ferro;
- infissione e bloccaggio con malta di cemento;
- saldatura dell'altro estremo del puntone al vecchio profilato;
- verniciatura protettiva delle parti metalliche.

Nel caso in cui l'estradosso del solaio si presenti degradato occorrerà rimuovere il pavimento, il massetto ed il gretonato o caldana sottostante, ricostruire la caldana del massetto e porre in opera il nuovo pavimento.

7 - Consolidamenti di edifici in cemento armato

7.1 - Incamiciatura in cemento armato
Le camicie in cemento armato possono essere applicate a pilastri o a pareti per conseguire tutti o alcuni dei seguenti obiettivi:
- aumento della capacità portante verticale;
- aumento della resistenza a flessione e/o taglio;
- aumento della capacità deformativa;
- miglioramento dell'efficienza delle giunzioni per sovrapposizione.

Lo spessore delle camicie deve essere tale da consentire il posizionamento di armature longitudinali e trasversali con un copriferro adeguato. Nel caso che la camicia non avvolga completamente l'elemento, è necessario mettere a nudo le armature nelle facce non incamiciate e collegare a queste ultime le armature delle facce incamiciate.
Se le camicie servono ad aumentare la resistenza flessionale, le barre longitudinali devono attraversare il solaio in apposite forature continue ed essere ancorate con adeguata staffatura alle estremità del pilastro inferiore e superiore.
Se le camicie servono solo per aumentare la resistenza a taglio e la deformabilità o anche a migliorare l'efficienza delle giunzioni, esse devono fermarsi a circa 10 mm. dal solaio.
Ai fini della valutazione della resistenza e della deformabilità di elementi incamiciati, sono accettabili le seguenti ipotesi semplificative:
- l'elemento incamiciato si comporta monoliticamente, con piena aderenza tra il calcestruzzo vecchio e il nuovo;
- si trascura il fatto che il carico assiale è applicato alla sola porzione preesistente dell'elemento e si considera che esso agisca sull'intera sezione incamiciata;
- le proprietà meccaniche del calcestruzzo della camicia si considerano estese all'intera sezione.

7.2 - Incamiciatura in acciaio
Le camicie in acciaio possono essere applicate principalmente a pilastri o a pareti per conseguire tutti o alcuni dei seguenti obiettivi:
- aumento della resistenza a taglio;
- aumento della capacità deformativa;
- miglioramento dell'efficienza delle giunzioni per sovrapposizione;
- aumento della capacità portante verticale (effetto del confinamento).

Le camicie in acciaio applicate a pilastri rettangolari sono generalmente costituite da quattro profili angolari sui quali vengono saldate piastre continue in acciaio o bande di dimensioni e interasse adeguati oppure vengono avvolti nastri in acciaio opportunamente dimensionati. I profili angolari possono essere fissati con resine epossidiche o semplicemente resi aderenti al calcestruzzo esistente. Le bande possono essere preriscaldate prima della saldatura e i nastri presollecitati, in modo da fornire successivamente una pressione di confinamento.

7.3 - Miglioramento della giunzioni per aderenza

Le camicie in acciaio possono fornire un'efficace azione di serraggio nelle zone di giunzione per aderenza. Per ottenere questo risultato occorre che:

- la camicia si prolunghi per una lunghezza pari almeno al 50% della lunghezza della zona di sovrapposizione;
- nella zona di sovrapposizione la camicia è mantenuta aderente in pressione contro le facce dell'elemento mediante almeno due file di bulloni ad alta resistenza;
- nel caso in cui la sovrapposizione sia alla base del pilastro, le file di bulloni devono venire disposte una alla sommità della zona di sovrapposizione e l'altra a un terzo dell'altezza di tale zona misurata a partire dalla base.

7.4 -Placcatura e fasciatura in materiali fibrorinforzati (FRP *o Fiber Reinforced Polymers*)

L'uso del FRP ossia di *Fiber Reinforced Polymers* nel rinforzo sismico di elementi in cemento armato è finalizzato agli obiettivi seguenti:

- aumento della resistenza a taglio di pilastri e pareti mediante applicazione di fasce di FRP con le fibre disposte secondo la direzione delle staffe;
- aumento della duttilità e/o della resistenza nelle parti terminali di travi e pilastri mediante fasciatura con FRP con fibre continue disposte lungo il perimetro;
- miglioramento dell'efficienza delle giunzioni per sovrapposizione, sempre mediante fasciatura con FRP con fibre continue disposte lungo il perimetro.

Ai fini delle verifiche di sicurezza degli elementi rafforzati con FRP si possono adottare le istruzioni CNR-DT 200/04.

7.5 - Iniezioni con miscele leganti

Le iniezioni sotto pressione di materiali (miscele cementizie e di resine) di opportuno modulo elastico e con spiccate proprietà di aderenza al calcestruzzo e all'acciaio possono essere usate soltanto per la risarcitura di lesioni la cui apertura non superi i 3 ÷ 4 mm.

L'impiego di resine migliora la resistenza sia a compressione sia a trazione. Il materiale si presta bene a essere usato per iniezioni, anche mescolato con inerti fini. In funzione di molti fattori, fra cui anche il tipo di inerti, si ottengono moduli elastici molto variabili (da 20.000 kg/cm² a valori simili a quelli del calcestruzzo ordinario). Le caratteristiche finali delle miscele dipendono sensibilmente, tra l'altro, dalle condizioni ambientali (temperature e umidità) nelle quali avviene la loro maturazione. Pertanto, è raccomandabile che lo studio delle modalità di preparazione tenga conto delle effettive condizioni ambientali prevedibili e che si provveda, in sede di esecuzione, al controllo delle condizioni stesse, eventualmente con misurazioni della temperatura e dell'umidità. Le risarciture di lesioni localizzate di piccola entità possono essere effettuate con miscele prevalentemente di resine con viscosità e pressioni dipendenti dalle ampiezze delle stesse. Si raccomanda di usare pressioni non troppo elevate per non indurre stati di coazione eccessivi nell'elemento iniettato. Si sconsigliano iniezioni di resina per lesioni rilevanti al fine di evitare eccessivi riscaldamenti prodotti dalla polimerizzazione della miscela. Le operazioni da effettuare sono:

- pulizia della polvere o dalle altre impurità delle superfici danneggiate con l'eliminazione del materiale disgregato;
- pulizia in profondità con aria o acqua in pressione;
- sigillatura delle lesioni con stucco o intonaco e predisposizione di tubicini di ingresso della miscela, costituita generalmente da resina pura o debolmente caricata.

La tecnica descritta è, altresì, da evitare nel caso di lesioni molto piccole (per esempio attorno al decimo di millimetro), perché l'iniezione diventa difficoltosa e richiede pressioni elevate, con esito incerto e possibilità di effetti negativi difficilmente controllabili sulle parti di struttura lesionate. In questi casi, si raccomanda di non fare affidamento sul completo ripristino della continuità dell'elemento fessurato, ma soltanto su una percentuale cautelativa che tenga conto, appunto, della probabile presenza di lesioni e distacchi non iniettati.

7.6 -Ripristino localizzato con conglomerati

Nel caso di lesioni di apertura superiore ai 3 ÷ 4 mm. ovvero quando il calcestruzzo si presenta fortemente degradato o frantumato, si può ricorrere al ripristino dell'elemento danneggiato mediante il getto localizzato di conglomerato, che potrà essere, a seconda dei casi, di tipo ordinario, di tipo additivato con spiccata proprietà di aderenza al preesistente calcestruzzo e alle armature di tipo spruzzato (gunite, spritzbeton, etc.), adoperabile soltanto su nuclei integri e per spessori non eccessivi, e del tipo composto da resine. Qualsiasi intervento deve essere preceduto dalla scarificazione nel calcestruzzo con la rimozione di tutte le parti disgregate. La riparazione con getto di calcestruzzo, ordinario o con additivi, è la più frequente nel caso in cui si presenti parziale disgregazione del materiale (eventualmente evidenziabile anche con debole percussione). Eseguite le occorrenti puntellature o tirantature provvisorie, si deve procedere nella maniera seguente:

- eliminazione di tutte le parti disgregate o parzialmente espulse, ponendo attenzione a non danneggiare le armature presenti;
- eventuale iniezione della parte messa a nudo;
- pulizia della superficie con aria compressa e lavaggio. Se si rende necessario l'inserimento di nuove armature, dopo l'operazione indicata al primo punto, si prosegue con le operazioni appresso elencate;
- messa in opera di nuove armature mediante saldatura alle preesistenti e semplice legatura con spinotti o con barre infilate in fori trapanati nella parte di calcestruzzo indenne (successivamente iniettati). Quest'ultimo intervento è da effettuare quando non si ritenga sufficiente per il collegamento tra vecchio e nuovo, la sola aderenza del calcestruzzo o la resistenza dell'adesivo spalmato prima del getto;
- posizionamento dei casseri e loro eventuale contrasto;
- eventuale spalmatura di adesivo tra vecchio calcestruzzo e nuovo getto;
- esecuzione del getto di calcestruzzo e di malta, prima che l'eventuale adesivo abbia iniziato la polimerizzazione. Un'analoga tecnica utilizzabile quando il danno si limita al copriferro o poco di più consiste nell'applicazione di un'intonacatura con malta cementizia a ritiro compensato, posta in opera mediante spruzzatura.

Questo tipo di applicazione deve essere eseguito per spessori non superiori a 3 cm ed è conveniente nella riparazione delle pareti di cemento armato. In questo caso, la riparazione si effettua applicando uno o più strati di rete elettrosaldata e collegando i due strati con barre, spinotti o gabbie staffate passanti attraverso la parete. I collegamenti sono completati iniettando i fori di attraversamento.

Il materiale per la ricostruzione dell'elemento può essere anche malta di resina, con il vantaggio di avere una resistenza e un'adesione elevate, ma con la possibilità di introdurre una zona con moduli elastici e resistenze generalmente diversi da quelli del calcestruzzo.

7.7 - Ripristino e rinforzo dell'armatura metallica

Ove necessario, le armature vanno integrate. Particolare cura va posta all'ancoraggio delle nuove armature e alla loro solidarizzazione all'elemento esistente. Il rinforzo può essere realizzato localmente con l'aggiunta di nuove barre o interessare l'intera struttura, con l'inserimento di elementi aggiuntivi in cemento armato o in acciaio, resi collaboranti con quelli esistenti. In presenza di pilastri fortemente

danneggiati alle estremità, la riparazione deve comportare anche il rinforzo delle armature longitudinali e trasversali. Il getto di completamento può essere eseguito con malta o calcestruzzo a stabilità volumetrica oppure con malta o calcestruzzo ordinari, assicurando in ogni caso l'aderenza tra il nuovo e il vecchio calcestruzzo.
Il rinforzo dei nodi trave-pilastro deve assicurare il miglioramento dell'ancoraggio delle armature e una continuità meccanica sufficiente a trasmettere gli sforzi massimi sopportabili dalle sezioni di estremità interessate e contenere il conglomerato e le armature nei riguardi della espulsione trasversale, mediante opportuna staffatura.
Quando i nodi trave-pilastro sono tanto danneggiati da rendere tecnicamente difficile la loro riparazione, la funzione statica degli elementi strutturali convergenti nei nodi deve essere attribuita ad altri elementi portanti dell'ossatura.
Per ripristinare l'efficienza di barre ingobbate, occorre un provvedimento diretto di riparazione costituito, ad esempio, da saldatura di spezzoni di barre o di angolari a cavallo del tratto danneggiato e da inserimenti di armature trasversali per ridurre la lunghezza libera di inflessione.
Il caso di un insufficiente o mal disposto ancoraggio delle barre dei pilastri si può risolvere con armature saldate passanti entro fori praticati attraverso i nodi e successivamente ricoperti con malta cementizia a ritiro compensato o epossidica e/o con iniezioni di resina. Nuove barre possono essere saldate anche in elementi inflessi a cavallo delle sezioni danneggiate per difetto di armature longitudinali, con adeguato prolungamento per l'ancoraggio. In elementi sottoposti a forze di taglio e nei nodi dei telai possono essere applicate staffe o collari per quanto possibile perpendicolari alla lesione. Le armature vanno, poi, protette da intonaco cementizio a ritiro compensato. In ogni caso, gli ancoraggi delle barre e le loro giunzioni mediante saldatura sono migliorati dal confinamento realizzato da una fitta armatura trasversale che avvolga la zona trattata. Per l'acciaio in barre, quando ne sia previsto il collegamento alle armature esistenti tramite saldature, si raccomanda di controllare la saldabilità sia di quelle esistenti sia di quelle aggiuntive o meglio la capacità di sopportare l'unione senza divenire fragili.

7.8 - Provvedimenti per le strutture di fondazione
Il consolidamento delle fondazioni può, in genere, conseguirsi con:

- la costruzione, ove possibile, di travi in cemento armato per il collegamento dei plinti nelle due direzioni in guisa da realizzare un reticolo orizzontale di base;
- la costruzione di setti in cemento armato al livello di primo interpiano, così da costruire nel suo complesso una struttura scatolare rigida;
- l'approfondimento delle strutture fondali mediante pali di piccolo o medio diametro, fortemente armati;
- l'allargamento della base d'appoggio mediante sottofondazione in cemento armato oppure mediante la costruzione di cordolature laterali in cemento armato;
- rinforzi localizzati delle strutture di fondazione (fasciature in acciaio o in cemento armato presollecitato, cerchiature, etc.).

Nei casi in cui l'intervento consista nel ripristinare strutture cementizie per porzioni o tratti di entità considerevoli, può essere usato calcestruzzo ordinario che abbia resistenza e modulo elastico non troppo diversi da quelli del calcestruzzo esistente. L'aderenza del getto all'elemento da riparare può essere migliorata mediante l'applicazione di uno strato adesivo. Per conciliare le esigenze di elevata resistenza e buona lavorabilità dei getti, può essere opportuno usare additivi fluidificanti (che in genere migliorano anche l'adesione al materiale preesistente). Idoneo, in generale, è anche l'uso di calcestruzzi o malte con additivi che realizzano un'espansione volumetrica iniziale capace di compensare o addirittura di superare il ritiro.
Questo accorgimento permette di creare modesti stati di coazione, benefici per l'inserimento dei nuovi getti. È, peraltro, essenziale utilizzare casseri contrastanti.

7.9 - Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo
L'idoneità di agenti adesivi strutturali per l'applicazione sulle superfici di calcestruzzo verticali o orizzontali oggetto di prove o danneggiate dovrà essere verificata con le seguenti prove:

- adesivi applicati a spatola: prova a scorrimento;
- adesivi strutturali iniettabili: prova di comprimibilità.

8 - Ripristino corticale di strutture portanti in calcestruzzo armato

Previa asportazione del materiale ammalorato da eseguirsi nelle zone fortemente degradate, mediante idroscarifica e/o sabbiatura, allo scopo di ottenere superfici pulite, l'esecuzione dei lavori per i ripristini corticali di strutture in cemento armato dovrà procedere per successive fasi di lavorazione, nell'ordine e con le modalità di seguito indicate.

8.1 - Trattamento passivante dell'armatura in acciaio
La lavorazione in oggetto dovrà essere eseguita per garantire la protezione anticorrosiva rialcanizzante dell'acciaio di armatura del calcestruzzo, oltre a creare un ponte di adesione per malte di recupero o calcestruzzo nuovo su vecchio. Per assicurare la possibilità di sviluppare efficacemente le proprietà anticorrosive, è indispensabile che l'acciaio da trattare sia liberato dal calcestruzzo circostante deteriorato e carbonatato, da materiali incoerenti, grassi, oli e ruggine.
Tale operazione potrà essere eseguita tramite sabbiatura allo scopo di portare le armature a metallo bianco. Se tale operazione non potrà essere eseguita per motivi logistici, si dovrà procedere con energica spazzolatura della superficie metallica con cura ed in profondità.
I prodotti da impiegare devono essere composti da un sistema bicomponente a base di polimeri in dispersione acquosa, leganti cementizi ed inibitori di corrosione. Tali componenti devono essere miscelati senza l'aggiunta di acqua o di altri ingredienti, e devono esplicare l'azione anticorrosiva attraverso:

- l'impermeabilità all'acqua ed ai gas aggressivi presenti nell'atmosfera;
- presenza di inibitori di corrosione per proteggere le superfici metalliche dall'ossidazione;
- elevata alcalinità;
- ottima adesione al metallo ed al calcestruzzo.

Per quanto riguarda invece l'applicazione del prodotto, potrà avvenire tramite pennello o a spruzzo, provvedendo con molta cura a saturare perfettamente la superficie metallica e gli interstizi tra armatura metallica ed il calcestruzzo esistente. Il prodotto dovrà essere applicato in due strati successivi formando uno spessore medio di circa 1,5 mm. Ad intervalli di tempo da 3 a 5 ore in condizioni di temperatura ottimale. Inoltre l'applicazione del prodotto, dalla preventiva preparazione della base dell'acciaio, non deve essere superiore ad un lasso di tempo pari a 30', per evitare l'inizio di una nuova fase di ossidazione dell'acciaio specie se durante la fase lavorativa si ha presenza di umidità. Invece le temperature ottimali dovranno essere comprese tra i + 15° C e + 25° C. Qualora la temperatura scendesse al di sotto dei + 5° C, l'Impresa appaltatrice dovrà attenersi alle indicazioni delle schede tecniche del prodotto impiegato previa indicazione del Direttore dei lavori.

8.2 - Trattamento anticarbonatazione delle superfici in calcestruzzo armato
Questo tipo di intervento si rende indispensabile per le strutture in cemento armato, poiché riduce notevolmente l'aggressione delle armature metalliche all'interno del calcestruzzo, da alte concentrazioni di cloruri contenuti nei calcestruzzi preconfezionati, nei sali decongelanti, nei sali trasportati dai venti o da piogge acide.
Il prodotto per il trattamento di anticarbonatazione (inibitore di corrosione) dovrà essere applicato sulla superficie del calcestruzzo deteriorato,

previa demolizione e pulizia di tutte le parti in fase di distacco, a pennello o a spruzzo successivamente alla fase di trattamento passivante dell'armatura in acciaio. Non bisogna in alcun modo eseguire i due trattamenti contemporaneamente.

8.3 - Ricostruzione di strutture in **c**alcestruzzo armato su superfici verticali o orizzontali

Questo tipo di lavorazione è molto importante poiché permette di ricostruire la sezione originaria del manufatto, nonché lo strato di copriferro deteriorato ripristinando e proteggendo le caratteristiche strutturali del manufatto.

La preparazione delle superfici avviene tramite l'asportazione di residui di calcestruzzo e di polvere dovuti alla demolizione preventiva del calcestruzzo ammalorato. Eventuali riprese di calcestruzzo eseguite in precedenza che non risultano perfettamente aderenti, dovranno essere asportate fino a raggiungere uno strato solido, resistente e ruvido. La fase della preparazione delle superfici verrà omessa, se precedentemente è stato effettuato il trattamento anticarbonatazione. Il prodotto da utilizzare per la ricostruzione di strutture in c.a. sarà una malta premiscelata in polvere composta da cementi ad alta resistenza, inerti selezionati, speciali additivi e fibre sintetiche (malta a ritiro controllato fibrorinforzata). Il prodotto secco verrà miscelato con acqua nelle quantità stabilite dalle schede tecniche del prodotto da utilizzare o secondo le indicazioni della Direzione lavori, in modo da ottenere una malta di facile lavorabilità tale da poter essere applicata in verticale o in orizzontale senza colare, oltre a garantire le seguenti qualità:

- elevate resistenze meccaniche alla flessione ed alla compressione;
- modulo elastico, coefficiente di dilatazione termica e di permeabilità al vapore acqueo simili ai calcestruzzi di alta qualità;
- impermeabilità all'acqua e all'anidride carbonica;
- ottima adesione al vecchio calcestruzzo;
- elevata resistenza all'usura per abrasione.

Per quanto riguarda invece le modalità di applicazione della malta, questa potrà avvenire tramite cazzuola costipando bene la malta in corrispondenza delle armature metalliche in modo da saturare gli interstizi tra armatura metallica e struttura esistente, oppure a spruzzo utilizzando idonei mescolatori che non alterino la struttura della malta. La malta applicata verrà di seguito ulteriormente costipata e modellata con l'ausilio di fratazzo liscio e frattazzino a spugna, utilizzando dove si renda necessario le casserature per la ricostruzione di spigoli. Le temperature durante la fase di applicazione della malta dovranno essere ottimali, ovvero tra i +15° C e + 25°C e comunque non inferiori a + 5°C.

8.4 - Strato di finitura di superfici in calcestruzzo armato ripristinate

Lo strato di finitura di superfici in c.a. ripristinate mediante i procedimenti di cui ai punti *a*), *b*) e *c*) si effettua per proteggere ulteriormente le strutture dall'aggressione dei cloruri e dagli agenti atmosferici, oltre a regolarizzare e rasare le superfici non irregolari. La malta da impiegare per la regolarizzazione e rasatura delle superfici, dovrà essere composta da una malta bicomponente a base di cementi ad alta resistenza, inerti selezionati a grana fine, additivi speciali e polimeri sintetici in dispersione acquosa. La malta da utilizzare dovrà garantire le seguenti qualità:

- elevato contenuto di resine sintetiche;
- ottima adesione a tutte le superfici in calcestruzzo;
- impermeabilità all'acqua ed ai gas aggressivi dell'atmosfera (anidride carbonica, solfati e ossido di azoto);
- resistente ai cicli di gelo e disgelo.

L'applicazione del prodotto, previa pulizia del fondo mediante idrolavaggio per eliminare polvere, tracce di olio, ecc., sarà realizzata con fratazzo liscio e di seguito lisciato con fratazzino di spugna qualche minuto dopo l'applicazione. Gli spessori massimi di applicazione non dovranno essere superiori a 2 ÷ 3 mm. E la temperatura ottimale dovrà essere tra i + 15° C e + 25° C e comunque non inferiore ai + 5° C.

8.5 - Impermeabilizzazione dei manufatti in c.a.

L'impermeabilizzazione è una lavorazione indispensabile che permette di proteggere nel tempo le strutture portanti dei manufatti in c.a., dall'azione della pioggia battente, evitando l'aggressione contro la carbonatazione e l'umidità, quindi preservando nel tempo gli interventi di recupero effettuati e le strutture ancora integre. Il prodotto impermeabilizzate da utilizzare dovrà essere liquido ed incolore a base di resine silossaniche in solvente, caratterizzato da una elevata proprietà di impregnare tutti i materiali minerali assorbenti impiegati in edilizia. Applicandolo su supporto poroso dovrà penetrare in profondità e reagire con la naturale umidità presente all'interno di esso per formare uno strato idrofobo, che respinge l'acqua. Dovrà inoltre possedere le seguenti proprietà:

- proteggere le strutture dagli agenti aggressivi presenti nell'atmosfera;
- trasparente in modo da non alterare l'aspetto estetico;
- non deve creare pellicola e quindi non modificare la permeabilità al vapore;
- deve possedere ottima resistenza all'alcalinità presente nei materiali cementizi;
- deve essere resistente alle radiazioni ultraviolette.

Per quanto riguarda l'applicazione del prodotto, è molto importante che la superficie di applicazione sia preventivamente pulita da sporcizia, grassi, alghe o licheni. Si dovranno inoltre rimuovere eventuali scaglie mobili e riparare eventuali crepe. Se invece la superficie di applicazione è priva di sporcizia, sarà sufficiente una accurata spazzolatura con spazzola di saggina e una conseguente depolverizzazione con aria compressa. Una volta ripulito il fondo di applicazione il prodotto dovrà essere messo in opera a spruzzo o a pennello, bagnato su bagnato, assicurando una distribuzione omogenea e un assorbimento idoneo (almeno due o tre passate). Prima di procedere alle lavorazioni, l'Impresa appaltatrice dovrà fornire alla Direzione dei Lavori le schede tecniche dei prodotti che intende utilizzare, al fine di valutare i prodotti più idonei all'impiego. Inoltre i prodotti che si utilizzeranno saranno soggetti a prelievo di campioni durante le fasi lavorative, sui quali verranno effettuate prove di laboratorio con oneri a carico della Ditta Appaltatrice.

9 - Opere varie e diverse

9.1 - Generalità

Per le categorie di lavori che non dovessero essere state descritte nel presente capitolato, si stabilisce che queste dovranno essere eseguite secondo le modalità previste nell'elenco prezzi unitari e secondo le indicazioni fornite dalle ditte produttrici, restando inteso, inoltre, che tali modalità dovranno essere preventivamente approvate ed autorizzate dal Responsabile del Procedimento e dalla Direzione dei Lavori. In presenza di normativa nazionale o internazionale specifica in materia, questa si dovrà intendere integralmente trascritta nel presente disciplinare descrittivo e prestazionale ed essere applicata secondo le modalità in essa previste.

Breganze, 03 ottobre 2016

Il Progettista **Il Responsabile del Procedimento**

INDICE

1 - PREMESSA 1

2 - QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI - MARCATURA "CE" 1

1) - Acqua 1
2) - Materiali riciclati provenienti da attività di recupero 2
3) - Ghiaia, pietrisco e sabbia 2
4) - Argilla espansa 3
4) - Pomice 3
5) - Pietre naturali e marmi 3
a) Pietre naturali 3
b) Pietra da taglio 3
c) Marmi 4
d) Granito 4
e) Porfido 4
f) Tufo 4
g) Arenaria 4
h) Travertino 4
6) - Pietre artificiali 4
7) - Calci aeree 5
8) - Calci idrauliche 5
9) - Cementi 6
a) Cemento portland 6
b) Cemento pozzolanico 6
c) Cemento d'alto forno 6
d) Cemento alluminoso 6
e) Cementi per sbarramenti di ritenuta 6
f) Agglomeranti cementizi 6
10) - Pozzolane 8
11) - Gesso 8
12) - Leganti sintetici 8
a) Generalità 8
b) Resine acriliche 8
c) Resine epossidiche 9
d) Resine fluorurate 9
e) Resine poliestere 9
13) - Malte 9
a) Malte comuni 9
b) Le malte a prestazione garantita 10
***c)** Le malte a composizione prescritta* 10
d) Malte premiscelate 11
e) Malte speciali 11
f) Metodi di prova delle malte cementizie 11
14) - Laterizi e mattoni 11
a) Mattoni e blocchi in laterizio 11
b) Elementi in laterizio per solai 12
c) Tavelle e tavelloni in laterizio 13
d) Pianelle in laterizio 13
e) Termolaterizi in laterizio microporizzato 13
f) Blocchi forati in argilla espansa 13
15) - Calcestruzzi 13
a) Caratteristiche generali 13
b) Definizione della resistenza dei conglomerati cementizi 13
1 - Resistenza caratteristica cubica R_{ck} 14
2 - Resistenza caratteristica cilindrica fck 14
c) Conglomerati idraulici, cementizi semplici e armati 14
d) Caratteristiche dei materiali costituenti i conglomerati cementizi 15
1) Cemento 15
2) Inerti 15
3) Acqua di impasto 16
e) Controlli in corso d'opera del conglomerato cementizio 16
1) Granulometria degli inerti 16
2) Resistenza dei conglomerati cementizi 16
3) Controllo della lavorabilità 17
4) Controllo del rapporto acqua/cemento 17
5) Controllo dell'omogeneità del conglomerato cementizio 17
6) Controllo del contenuto di aria 17
7) Controllo del contenuto di cemento 17
16) - Additivi ai conglomerati cementizi 17
a) Idrofughi 17
b) Idrorepellenti 17
c) Additivi acceleranti 17
e) Additivi ritardanti 18
f) Additivi antigelo 18
g) Additivi fluidificanti e superfluidificanti 18
h) Additivi aeranti 18
17) - Acciai per calcestruzzi armati 18
a) Generalità 18
b) Identificazione della classe tecnica 19
c) Centri di trasformazione 20
d) Documentazione di accompagnamento e verifiche del Direttore dei Lavori 20
e) Acciaio per cemento armato B450C 20
f) Acciaio per cemento armato B450A 20
g) L'accertamento delle proprietà meccaniche 21
h) Prova di piegamento 21
i) Prova di trazione 21
l) La sagomatura e l'impiego 21

m) Le reti e i tralicci elettrosaldati 21
n) Marchiatura di identificazione 22
o) Acciaio inossidabile in barre ad aderenza migliorata 22
18) - Acciai per cemento armato precompresso e funi per impieghi strutturali **22**
a) Generalità 22
b) Acciaio per armature da precompressione 22
c) Funi in acciaio 22
d) I controlli 23
e) Le prescrizioni comuni. Le modalità di prelievo 23
f) I controlli nei centri di trasformazione 23
g) I controlli di accettazione in cantiere 24
19) - Acciai per strutture metalliche **24**
a) Caratteristiche e requisiti generali 24
b) Acciai per strutture saldate 25
b) Le specifiche per gli acciai da carpenteria in zona sismica 25
c) Procedure di controllo su acciai da carpenteria 25
d) Le officine per la produzione di carpenterie metalliche. Le verifiche del Direttore dei Lavori 26
20) - I bulloni e i chiodi **26**
a) I bulloni 26
b) I bulloni per giunzioni ad attrito 26
c) I chiodi 27
d) I connettori a piolo 27
21) - Altri materiali metallici **27**
a) Ferro comune 27
b) Profilati, barre, piatti in acciaio di uso generale 27
c) Acciai inossidabili 27
d) Ghisa 27
e) Rame 27
f) Allumino 28
g) Metalli vari 28
22) - Fiber Reinforced Polymers *(FRP)* **28**
23) - Dispositivi antisismici **28**
24) - Elementi realizzati in gesso **29**
a) Lastre di gesso rivestito 29
b) Pannelli per controsoffitti 29
c) Blocchi di gesso per tramezzi 29
d) Leganti e intonaci a base di gesso 29
25) - Materiali da copertura **29**
a) Tegole e coppi in laterizio 29
b) Tegole in cemento 30
c) Lastre in fibrocemento ecologico 30
d) Lastre metalliche 31
e) Plastica 31
f) Lastre di pietra 31
g) Ardesie naturali o artificiali 31
26) - Legname **31**
a) Generalità 31
b) Il legno massiccio 31
c) Legnami per infissi 32
d) Il legno strutturale con giunti a dita 32
e) Il legno lamellare incollato 32
1) Scelta del legname 33
2) Preparazione delle lamelle 33
3) Collanti 33
4) Protezione delle superfici 33
5) Parti metalliche 33
6) Normativa di riferimento 33
f) Pannelli a base di legno 33
g) Pannelli di particelle di legno (lastre di agglomerato ligneo) 33
1) Pannelli di particelle pressati piani 33
2) Pannelli di particelle a estrusione 33
3) Pannelli di particelle legate con leganti minerali 33
4) Pannelli OSB (Oriented Strand Board) 34
5) Caratteristiche generali dei pannelli 34
h) Pannelli in legno compensato e paniforti 34
1) Pannelli multistrato 34
2) Pannelli a liste e listelli "paniforti" 34
3) Caratteristiche generali 34
i) Gli adesivi per elementi incollati 34
l) Gli elementi meccanici di collegamento 34
m) Le verifiche del Direttore dei Lavori - La documentazione d'accompagnamento per le forniture 35
n) L'attestato di qualificazione delle forniture di legno strutturale 35
27) - Prodotti per impermeabilizzazioni **35**
a) Generalità 35
a) Asfalto 35
b) Bitume asfaltico 35
c) Cartonfeltri e cartonfeltri bitumati 35
d) Membrane 36
e) Vernici bituminose 37
f) Guaine in PVC plastificato 37
28) - Materiali da lattoniere **37**
a) Lamiera di acciaio zincato 37
b) Lamierati Rheinzink® 37
c) Lamiera di acciaio inossidabile 37
d) Lamiera di alluminio 37
e) Lamiera di rame 37
f) Lastra di piombo 37

g) Bocchettoni per pluviali e scarichi di troppo pieno 37
h) Giunti di dilatazione dei lamierati 37
i) Normativa di riferimento 38
29) - Materiali per isolamento termico **38**
a) Polistirolo espanso 38
b) Poliuretano espanso 38
c) Polistirene espanso 38
d) Lana minerale 38
e) Vetro cellulare 38
f) Argilla espansa 38
g) Vermiculite 39
h) Perlite 39
i) Fibre di legno di pioppo mineralizzato 39
l) Pomice 39
30) - Materiali per isolamento acustico **39**
a) Generalità 39
31) - Materiali per pavimentazione **40**
a) Mattonelle, marmette e pietrini di cemento 40
b) Pietrini e mattonelle di terracotta greificata 40
c) Piastrelle di grès rosso 40
d) Piastrelle di grès ceramico 40
e) Piastrelle di cottoforte smaltato 40
f) Lastre in pietra naturale 40
g) Graniglia per pavimenti alla veneziana 40
h) Pezzami per pavimenti alla Palladiana 41
i) Linoleum e resine viniliche 41
l) Pavimenti in legno 41
g) Pavimenti in gomma 41
h) Pavimenti tessili (moquettes) 42
32) - Pavimenti sopraelevati **42**
33) - Materiali per rivestimenti **43**
a) Piastrelle di ceramica smaltata 43
b) Klinker ceramico 43
c) Prodotti a base di cartongesso 43
d) Prodotti e componenti per facciate continue 43
e) Carte da parati 44
f)Rivestimenti tessili 44
g)Rivestimento ignifugo 44
34) - Adesivi **44**
a) Adesivi per piastrelle 44
b) Adesivi per rivestimenti ceramici 44
35) - Controsoffitti **45**
a) Elementi di sospensione e profili portanti 45
b) Controsoffitti in pannelli di gesso 45
c) Controsoffitti in lastre di cartongesso 45
d) Controsoffitti in perline di legno 45
e) Controsoffitti con doghe o pannelli di alluminio modulari 45
f) Controsoffitti in pannelli di fibre minerali 45
36) - Vetri e cristalli **45**
a) Vetri piani di vetro di silicato sodo-calcico 46
1 - Vetri grezzi 46
2 - Vetri piani lucidi tirati 46
3 - Vetri piani trasparenti float 46
b) Vetri di sicurezza 46
1 - Vetri piani temprati 46
c) Vetri piani stratificati 46
d) Vetri stratificati antincendio 47
e) Vetro retinato 47
f) Vetri sicurezza per impianti di ascensore 47
g) Vetri piani uniti al perimetro (o vetrocamera) 47
h) Vetri piani profilati a "U" 48
i) Vetri pressati per vetrocemento armato 48
37) - Sigillanti **48**
a) Generalità 48
38) - Tubazioni in genere **48**
a) Tubi in acciaio 48
1 - Tubi senza saldatura 49
b) Tubi in grès 49
c) Tubi in cemento 50
d) Tubi in ardesia artificiale 50
e) Tubi di rame 50
f) Tubi e raccordi di poli-cloruro di vinile (PVC) 50
g) Tubi di piombo 51
h) Tubi in polietilene (PE) 51
i) Tubi in polietilene reticolato (PE-X) 51
l) Tubi in poliestere rinforzato con fibre di vetro (PRFV) 51
m) Tubi in polipropilene (PP) 52
39) - Materiali ed apparecchiature per impianti elettrici **52**
a) Scatole porta apparecchi e cassette di connessione 53
b) Tubi protettivi canali 53
c) Cavi 53
d) Comandi (interruttori, deviatori e simili) e prese a spina 54
e) Morsetti 54
f) Interruttori automatici magnetotermici 54
g) Interruttori automatici differenziali 54
h) Quadro generale 54

i) Quadri secondari di distribuzione 54
l) Quadri di reparto, di zona o di piano 54
m) Quadri locali tecnologici 54
n) Quadri speciali (centrale di condizionamento, centrale termica, etc.) 54
o) Prove ed accettazione dei materiali 55
40) - Materiali ed apparecchiature per l'impianto igienico-sanitario **55**
a) Apparecchi sanitari 55
a) Lavabi, lavamani e lavelli da cucina 55
b) Vasi 55
c) Orinatoi 55
d) Bidè 55
e) Vasche da bagno 55
f) Piatti doccia 55
b) Apparecchi idraulici 56
c) Rubinetterie 56
d) Scarichi di apparecchi sanitari e sifoni 56
e) Pilette di scarico 56
f) Tubi di raccordo rigidi e flessibili 56
g) Rubinetti e tubazioni flessibili per docce e doccette manuali 57
h) Rubinetti a flusso rapido 57
i) Cassette per l'acqua 57
l) Fontanelle 57
m) Vuotatoi 57
n) Apparecchi e ausili per disabili 57
o) Tubazioni e raccordi 57
41) - Caratteristiche tecniche dei materiali per l'impianto di riscaldamento **57**
a) Generatore di calore 57
b) Bruciatore 57
c) Vaso di espansione chiuso 57
d) Tubazioni in acciaio 58
e) Tubazioni in rame 58
f) Isolamento tubazioni 58
g) Valvolame 59
1 - Valvole a sfera a passaggio totale 59
2 - Valvole di ritegno a molla 59
3 - Rubinetti di scarico 59
4 - Valvole termostatiche 59
5 - Valvole automatiche di sfiato aria a galleggiante 59
6 - Valvole inclinate per taratura e bilanciamento 59
7 - Filtri 59
8 - Valvolame vario in bronzo per corpi scaldanti 59
9 - Valvole manuali sfogo aria corpi scaldanti 59
10 - Antivibranti 59
11 - Apparecchiature Gas 59
h) Radiatori 59
1 - Radiatori in ghisa 59
2 - Radiatori in alluminio 59
3 - Piastre in acciaio 59
4 - Radiatori tubolari in acciaio 59
i) Ventilconvettore centrifugo 60
l) Aerotermi 60
42) - Componenti dell'impianto antincendio **60**
a) Elementi dell'impianto 60
b) Tubazioni per posa vista o sottotraccia 60
c) Tubazioni per posa interrata 60
d) Sostegni delle tubazioni fuori terra 60
e) Valvole di intercettazione 61
f) Cassette naspi interne 61
g) Valvole a muro di intercettazione manuale 61
h) Attacchi di mandata per autopompa 61
i) Naspi 61
l) Dichiarazione di conformità 62
43) - Componenti dell'impianto di rilevazione incendi **62**
44) - Prodotti per tinteggiature, pitture, vernici, smalti **62**
a) Pigmenti e cariche 62
b) Leganti, solventi e diluenti 63
c) Pitture all'acqua (idropitture) 63
1 - Latte di calce 63
2 - Tempera 63
3 - Pittura cementizia 63
4 - Idropittura a base di resine sintetiche 63
d) Pitture ai silicati 64
e) Pitture a olio 64
f) Pitture oleosintetiche 64
g) Vernici 64
h) Smalti 64
i) Ossidi di ferro 64
l) Terre naturali 64
m) Rivestimenti anticorrosivi 64
45) - Prodotti impregnanti **65**
1 - Generalità 65
2 - Impregnanti da consolidamento 65
3 - Composti organici o resine 65
4 - Composti inorganici 66
5 - Impregnanti e idrorepellenti per la protezione e l'impermeabilizzazione 66
6 - Oli e cere naturali 66
7 - Cere minerali o sintetiche 66
8 - Composti organici 66
46) - Prodotti per la pulitura di materiali **67**

1 - Generalità 67
2 -Acqua nebulizzata 67
3 - Biocidi 67
4 - Sostanze chimiche 67
5 - Impacchi di argille assorbenti 68
47) - Generalità sugli infissi **68**
a) Luci fisse 68
b) Serramenti interni ed esterni 69
c) Schermi (tapparelle, persiane, antoni) 69
d) Prescrizioni dimensionali e prestazionali per i portatori di handicap 69
1 - Porte interne 69
2 - Infissi esterni 69
48) - Materiali e norme di riferimento per gli infissi **69**
1 - Materiali in alluminio 69
a) telai: 69
b) getti in alluminio: 69
2 - Materiali in acciaio normale 70
a) telai: 70
b) lamiere a freddo: 70
c) lamiere zincate: 70
3 - Materiali in acciaio inossidabile 70
a) telai: 70
4- Materiali in lega di rame 70
a) telai: 70
b) lamiere in rame: 70
5 - Materiali in P.V.C. 70
a) telai e battenti 71
b) Rinforzi 71
c) Ferramenta 71
6 - Finitura superficiale dei telai metallici 71
a) alluminio: 71
b) acciaio inossidabile: 71
7 - Accessori 71
8 - Guarnizioni 71
9 - Sigillanti 72
49) - Porte e chiusure resistenti al fuoco **72**
50) – Corpi illuminanti **73**

3 - PROVE DEI MATERIALI - CERTIFICAZIONI DI CONFORMITÀ **74**

4 - LE INDAGINI PRELIMINARI **74**

TITOLO I° **77**

PRESCRIZIONI PER L'ESECUZIONE DI OPERE EDILI CLASSIFICATE SECONDO LE UNITÀ TECNOLOGICHE (UNI 8290) **77**

5 - MODO DI ESECUZIONE DELLE OPERE E PRESCRIZIONI SPECIALI **77**
1 Opere provvisionali, attrezzature e protezione collettiva **77**
1.1 – Ponteggi 77
1.2 – Puntelli/ponteggi di forza 77
1.3 - Impianto del cantiere 77
1.4 - Vigilanza del cantiere 77
1.5 – Steccati 78
1.6 - Cassetta di pronto soccorso 78
1.7 - Riunioni informative 78
1.8 – Estintori 78
1.9 - Segnali di pericolo 78
1.10 - Locale ufficio di Direzione dei Lavori 78
1.11 - Impianto di terra del cantiere 78
2 Bonifica da ordigni bellici **78**
2.1 Definizione e normative 78
2.2 Prescrizioni tecniche 78
2.3 Bonifica superficiale con garanzia fino a -1,00 ml. dal p.c. 79
2.4 Bonifica su fondo scavo con garanzia a -1,00 ml 79
2.5 Bonifica profonda a mezzo di trivellazioni 79
3 Rilievi e tracciamenti - Diserbamento e scoticamento **79**
3.1 - Rilievi planimetrici 79
3.2 - Capisaldi di livellazione 79
3.3 – Tracciamenti 79
3.4 - Diserbamento e scoticamento 79
3 Demolizioni in genere **80**
3.1 - Interventi preliminari 80
3.2 - Demolizioni in genere, puntelli ed opere di presidio 80
3.3 - Demolizione di murature e tramezzature, tagli a sezione obbligata, tracce 80
3.4 - Demolizione di intonaci 81
3.5 - Demolizione di controsoffittature 81
3.6 - Demolizione e rimozione dei pavimenti e rivestimenti e di lastre in pietra o marmo 81
3.7 - Demolizione di caldane e sottofondi 81
3.8 - Rimozione di impianto idro-sanitario e di riscaldamento 81
3.9 - Rimozione di infissi e vetri 81
3.10 - Perforazioni mediante carotaggi 81
3.11 - Idrodemolizioni 81
3.12 - Allontanamento e /o deposito delle materie di risulta 81
3.13 - Proprietà degli oggetti ritrovati 81
4 Scavi e reinterri **81**
4.1- Ricognizione 81
4.2 - Smacchiamento dell'area 82

4.3 - Scavi e sbancamenti in genere ... 82
4.4 - Scavi in trincea ... 82
4.5 - Scavi in presenza d'acqua ... 82
a) Pompe di aggottamento ... 82
b) Prosciugamento dello scavo con sistema Wellpoint ... 83
c) Allontanamento delle acque superficiali o di infiltrazione ... 83
4.6 – Bonifica del terreno di appoggio ... 83
4.7 - Rinterri ... 83
4.8 - Sistemazione superficiale ... 83
4.9 - Scavi archeologici ... 83
5 Rilevati ... **84**
5.1 - Formazione di piani di posa dei rilevati ... 84
5.2 - Formazione di rilevati ... 84
6 Riempimenti in pietrame a secco-vespai ed intercapedini ... **85**
6.1 - Riempimenti in pietrame a secco (drenaggi, fognature, banchettoni di consolidamento e simili) ... 85
6.2 - Vespai ed intercapedini ... 85
7 Terre armate ... **85**
7.1 - Il geotessile d'armatura ... 85
7.2 - Il geotessile di contenimento ... 85
7.3 - Struttura metallica di contenimento ... 86
7.4 - Inerbimento ... 86
7.5 - Calcolo del sistema ... 86
7.6 - Caratteristiche del materiale di riempimento ... 86
8 Strutture di fondazione ... **86**
8.1 - Paratie a palancole metalliche infisse ... 86
8.2 - Paratia a palancole prefabbricate in calcestruzzo armato centrifugato ... 86
8.3 - Paratie a pali in calcestruzzo armato di grosso diametro accostati ... 86
8.4 - Diaframmi in calcestruzzo armato ... 86
8.5 - Fondazioni continue in pietrame o in calcestruzzo ... 87
8.6 - Fondazioni a plinto ... 87
8.7 - Fondazioni a platea ... 87
8.8 - Fondazione a pozzo ... 87
9 Fondazioni su pali ... **87**
9.1 - Pali di legno ... 87
9.2 - Pali Speciali (battuti o pressati) in conglomerato cementizio costruiti in opera ... 87
9.3 - Pali prefabbricati in calcestruzzo armato ... 87
9.4 - Pali a piccolo e grande diametro, trivellati ... 88
9.5 - Micropali ... 88
9.6 - Pali a grande diametro con impiego di fanghi bentonitici ... 88
9.7 - Pali jet grouting ... 88
9.8 - Pali di Sabbia ... 88
9.9 - Prova di carico sui pali ... 88
9.10 - Controlli esecutivi - Verbale di prova ... 89
10 Murature ... **89**
10.1 - Murature il laterizio ... 89
10.2 - Tramezzi di una testa e foglio con mattoni pieni o forati ... 90
10.3 - Muratura in blocchi di argilla espansa ... 90
10.4 - Muratura in termo laterizio ... 91
10.5 - Murature di pietrame a secco ... 91
10.6 - Muratura di pietrame con malta ... 91
10.7 - Muratura mista di pietrame e mattoni ... 92
10.8 - Opere in marmo, pietra naturale ed artificiale ... 92
10.9 - Paramenti in vista per le murature di pietrame ... 93
10.10 - Muro a faccia vista delle murature in pietrame ... 94
11 Getti in conglomerato cementizio ... **94**
11.1 - Confezionamento dei conglomerati cementizi ... 94
11.2 - Trasporto dei conglomerati cementizi ... 94
11.3 - Modalità esecutive e verifica della corretta posizione delle armature ... 95
11.4 - Realizzazione delle gabbie delle armature per cemento armato ... 95
11.5 - Ancoraggio delle barre e loro giunzioni ... 95
11.6 - Posa in opera dei conglomerati cementizi ... 95
11.7 - Compattazione del getto mediante vibrazione ... 96
11.8 - Riprese del getto ... 96
11.9 - Posa in opera con clima freddo ... 96
11.10 - Posa in opera con clima caldo ... 97
11.11 - Prevenzione delle fessure da ritiro plastico ... 97
11.12 - Protezione in generale del getto ... 97
11.13 - Disarmo del getto ... 97
11.14 - Predisposizione di fori, tracce, cavità ... 97
11.15 - Casseforme, armature di sostegno, centinature e attrezzature di costruzione ... 97
11.16 - Prescrizioni specifiche per il calcestruzzo a faccia vista ... 98
35 Controlli sui calcestruzzi in corso d'opera ... **98**
35.1 - Finalità ... 98
35.2 - Pianificazione delle prove in opera ... 98
35.3 - Predisposizione delle aree di prova ... 99
35.4 - Elaborazione dei risultati ... 99
35.5 - Carotaggi ... 99
a - Generalità ... 99
b -Area di prova o di prelievo ... 100
35.6 - Metodi indiretti per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo in opera ... 100
35.7 - Calibratura delle curve di correlazione tra risultati di prove non distruttive e la resistenza a compressione del calcestruzzo in opera ... 100
35.8 - Determinazione di altre proprietà del calcestruzzo: dimensioni e posizione delle armature e stima dello spessore del copriferro ... 100
35.9 - Stima della resistenza del calcestruzzo in opera ... 100
35.10 - La non conformità dei controlli d'accettazione ... 101
12 Manufatti e strutture in acciaio ... **101**
12.1 - Strutture in acciaio ... 101

12.2 - Composizione degli elementi strutturali ... 102
12.3 - Tiranti e funi ... 102
a) Svolgimento e messa in opera ... 102
b) Attacchi con morsetti e redancia ... 102
c) Contabilizzazione degli interventi ... 102
12.4 - Unioni ad attrito con bulloni ad alta resistenza ... 103
12.5 - Unioni saldate ... 103
12.6 - Controlli in corso delle lavorazioni ... 103
12.7 - Controlli di montaggio ... 104
12.8 - Controlli sulle saldature ... 104
12.9 - Manufatti tubolari in lamiera zincata ... 105
a) Ad elementi incastrati per tombini ... 105
b) A piastre multiple per tombini e sottopassi ... 105
c) Tubi perforati per drenaggi ... 106
12.10 - Apparecchi di appoggio ... 106
12. 11 - Verniciatura e zincatura ... 106
13 – Applicazione di dispositivi antisismici ... **106**
13.1 - I dispositivi a comportamento lineare ... 106
13.2 - I dispositivi a comportamento non lineare ... 107
13.3 - I dispositivi a comportamento viscoso ... 108
13.4 - Gli isolatori elastomerici ... 108
13.5 - Gli isolatori a scorrimento ... 110
14 Solai e soffitti ... **110**
14.1 - Solai su travi in legno ... 110
14.2 - Solai in cemento armato (massicci) ... 110
14.3 - Solai a travetti ... 110
14.4 - Solai di tipo misto in cemento armato ed elementi laterizi forati dei tipi correnti o brevettati a costituire alleggerimenti o camere d'aria ... 110
14.5 - Solette composte con lamiera grecata ... 111
14.6 - Voltine di mattoni pieni o forati di piatto o di costa a lievissima monta ... 111
14.7 - Solai su travi di ferro a doppio T (putrelle) con voltine di mattoni (pieni o forati) o con elementi laterizi interposti ... 112
14.8 - Soffitti ... 112
15 Coperture ... **112**
15.1 - Copertura non ventilata ... 112
15.2 - Copertura ventilata ... 112
15.3 - Coperture praticabili (coperture a terrazzo) e non praticabili non ventilate ... 113
15.4 - Coperture piane ventilate ... 113
16 Manti di copertura ed accessori ... **114**
16.1 - Sottomanto di legno ... 114
16.2 - Sottomanto di pianelle o tavelline ... 114
16.3 - Manto di copertura di tegole curve o coppi ... 114
16.4 - Manto di copertura in tegole alla romana ... 114
16.5 - Manto di coperture di tegole piane ... 114
16.6 - Manto di copertura in lastre di ardesia artificiale ... 114
16.7 - Manto di copertura metallica grecata ... 114
16.8 - Manto di copertura metallica a giunti drenanti ... 114
16.9 - Manto di copertura di impermeabilizzazione con manti sintetici ... 115
a) manti in bitume ... 115
b) manti compositi ... 115
16.10 - Manto di copertura in lastre di lamiera di rame, di alluminio, di acciaio inossidabile, etc. ... 115
16.11 - Manto di copertura in lastre metalliche nervate di grandi dimensioni (grecate, ondulate, etc.) ... 115
16.12 - Manto di copertura in pannelli metallici coibentati a sandwich ... 115
16.13 - Canne fumarie e fumaioli ... 116
16.14 - Teste dei camini e della canne di aereazione ... 116
16.15 - Lucernari ... 116
a) Lucernari continui ... 116
b) Lucernari a piramide ... 116
c) Lucernari continui a sesto ribassato ... 116
d) Lucernari continui a vela ... 116
e) Lucernari a cupola ... 116
17 Lattonerie ... **116**
17.1 Fissaggio delle lattonerie ... 117
17.2 Guarnizioni ... 117
17.3 Giunzioni ... 117
17.4 Accessori (collarini, cicogne, copribocchettoni) e varie ... 117
18 Opere di impermeabilizzazione ... **117**
18.1 – Impermeabilizzazione di opere interrate ... 118
18.2 – Impermeabilizzazione di elementi verticali ... 118
19 Scale e pianerottoli ... **118**
19.1 – Norme generali ... 118
19.2 - Scale in cemento armato ... 118
a) Scale a sbalzo ... 119
b) Scale a soletta continua ... 119
19.3 - Scale prefabbricate ... 119
a) Scale prefabbricate in metallo ... 119
b) Scale prefabbricate in calcestruzzo ... 119
19.4 - Scale prefabbricate modulari (scale a giorno) ... 119
19.5 - Scale in legno ... 120
19.6 - Scale in ferro ... 120
19.7 -Scale con soluzione mista ... 120
20 Intonaci ... **121**
20.1 – Norme generali sugli intonaci ... 121
20.2 - Intonaci su superfici vecchie ... 121
20.3 - Intonaci da eseguire su altri esistenti ... 121
20.4 - Intonaco grezzo o rinzaffo rustico ... 121
20.5 - Intonaco premiscelato per interni ... 121
20.6 - Intonaco completo per interni di tipo premiscelato, monoprodotto, per applicazione a macchina ... 121
20.7 - Intonaco completo per interni di tipo monoprodotto a base di gesso emidrato e anidrite, applicazione a mano ... 122
20.8 - Intonaco completo per interni di tipo monoprodotto a base di gesso emidrato e anidrite, applicazione a macchina ... 122

20.9 - Rasatura per interni di tipo monoprodotto per applicazione a mano ... 122
20.10 - Lisciatura per interni di tipo monoprodotto per applicazione a mano ... 122
20.11 - Intonaco premiscelato a base di calce idraulica per esterni ... 122
20.12 - Intonaco civile per esterni a finitura lamata ... 122
20.13 - Intonaco per esterno di tipo plastico ... 122
20.14 - Intonaci e applicazioni protettive delle superfici in calcestruzzo ... 123
20.15 - Intonaci eseguiti a spruzzo (gunite, sprayed concrete o spritzbeton) ... 123
20.16 - Intonaco per interni per protezione antincendio ... 123
20.17 - Intonaco isolante termico a base di leganti idraulici e polistirene con applicazione a spruzzo ... 123
20.18 - Paraspigoli in lamiera zincata ... 123
20.19 - Giunti di dilatazione ... 123
21 Decorazioni ... **123**
21.1 - Cornicioni, cornici, lesene, archi, fasce, le riquadrature, etc. ... 123
21.2 - Decorazioni a cemento ... 123
22 Controsoffitti ... **124**
22.1 - Controsoffitti da intonaco ... 124
a) controsoffitto in rete metallica (tipo Rabitz) ... 124
b) controsoffitto in rete metallica tipo cameracanna ... 124
c) controsoffitto in tavole di abete (scurette) ... 124
d) controsoffitto tipo "Perret" ... 124
e) controsoffitto in graticcio tipo "Stauss" ... 124
22.2 - Controsoffitto in cartongesso ... 124
22.3 - Controsoffitti in fibre minerali ... 124
22.4 - Controsoffitti modulari in alluminio ... 124
22.5 - Controsoffitti a doghe ... 125
22.6 - Controsoffitti tipo carabottino ... 125
23 Infissi e serramenti ... **125**
23.1 - Infissi in genere ... 125
a) Elementi fissi ... 125
b) Serramenti interni ed esterni ... 125
23.2 - Infissi di legname ... 125
23.3 - Serramenti in alluminio ... 126
23.4 - Serramenti in P.V.C. ... 127
23.5 - Serramenti in ferro ... 127
24 Opere da vetraio ... **128**
24.1 – Posa in opera di vetri ... 128
24.2 - Strutture in vetro-cemento e vetro-mattone ... 128
24.3 - Opere in vetrocemento armato ... 128
25 Tinteggiature ... **129**
25.1 - Norme generali ... 129
a) Attrezzatura ... 129
b) Campionature ... 129
c) Preparazione delle superfici ... 129
d) Stato delle superfici murarie e metalliche ... 129
e) Preparazione dei prodotti ... 129
25.2 - Tinteggiatura con pittura alla calce ... 129
25.3 - Tinteggiatura a colla e gesso ... 129
25.4 - Tinteggiatura a tempera ... 129
25.5 - Tinteggiatura con idropittura a base di cemento ... 130
25.6 - Tinteggiatura con idropittura a base di resine sintetiche ... 130
25.7 - Tinteggiatura con pittura acrilica monocomponente in dispersione acquosa. Applicazione a rullo di lana o pennello ... 130
25.8 - Tinteggiatura con idropittura opaca coprente naturale per interni ... 130
25.9 - Tinteggiatura con pittura a base di silicati di potassio ... 130
25.10 - Applicazione di idrorepellente protettivo su intonaco civile esterno ... 130
26 Verniciature ... **130**
26.1 - Norme generali ... 130
26.2 - Verniciatura a smalto (tradizionale) ... 131
26.3 - Verniciatura con smalto epossidico su pareti in blocchi di calcestruzzo o su superfici di calcestruzzo lisce o intonacate ... 131
26.4 - Verniciatura con smalto a base di caucciù ciclizzata delle superfici di calcestruzzo lisce o intonacate ... 131
26.5 - Verniciatura protettiva di serramenti, telai metallici e tutte le esistenti opere in ferro che non siano trattate con antiruggine ... 131
26.6 - Verniciatura di opere in ferro, prezincate o comunque zincate a bagno ... 131
26.7 - Opere in ferro inserite nelle murature e opere varie in acciaio, verniciate con smalto poliuretanico ... 131
26.8 - Serramenti in ferro zincato interni ed esterni (già forniti con una mano di wash-primer) verniciati con smalto poliuretanico ... 131
26.9 - Solai in lamiera grecata verniciati con smalto acrilico ... 131
26.10 - Sola applicazione dell'antiruggine ... 132
26.11 - Opere esterne in ferro e profilati in genere annegati in getti di calcestruzzo (ferri Bauer o Alfen o similari, comprese tubazioni) ... 132
26.12 - Protezione con vernice intumescente delle strutture metalliche portanti in acciaio ... 132
27 Pavimentazioni interne ... **132**
27.1 - Sottofondi per pavimentazioni in genere ... 132
27.2 - Pavimenti in battuto di cemento ... 132
27.3 - Pavimenti in graniglia alla "veneziana" ... 132
27.4 - Pavimenti in "palladiana" ... 132
27.5 - Pavimenti in maiolica, cottoforte, cotto, grès rosso e fine, klinker, terraglia dolce e forte, monocottura ... 132
27.6 - Pavimenti in mattonelle di cemento ... 133
27.7 - Pavimenti in lastre di marmo ... 133
27.8 - Pavimenti in legni detti a parquet e quelli in listoni detti alla marinara ... 133
27.9 - Pavimenti in gomma, in resina viniliche ed in linoleum ... 133
27.10 - Pavimenti in legno per palestre ... 133
28 Giunti di dilatazione ... **134**
28.1 - Giunti di dilatazione per pavimenti ... 134
28.2 - Giunti di dilatazione per facciate, pareti e soffitti ... 134
28.3 - Giunti di dilatazione per facciate con sistemi di rivestimenti a cappotto ... 134
29 Rivestimenti di pareti ... **134**
29.1 – Norme generali ... 134
29.2 - Rivestimento realizzato con piastrelle di ceramica ... 134
29.3 - Rivestimento realizzato con lastre di pietra, calcestruzzo, fibrocemento e prodotti similari ... 134
29.4 - Rivestimento realizzato con lastre e pannelli a base di metallo o materia plastica ... 134

29.5 - Applicazione di tappezzerie ... 135
29.6 - Applicazione di moquette ... 135
30 Ripartizioni interne non murarie ... **135**
30.1 - Generalità ... 135
30.2 - Pareti mobili semplici ... 135
30.3 - Pareti mobili attrezzate ... 136
31 Opere da fabbro ... **136**
31.1 - Generalità ... 136
32 Impianto fognante ... **136**
32.1 - Impianto fognante ... 136
32.2 - Collettori di scarico ... 137
32.3 - Pozzetti di ispezioni ... 137
33 Collocamento in opera di manufatti ... **137**
33.1 - Collocamento di manufatti in legno ... 137
33.2 - Collocamento di manufatti in ferro ... 137
33.3 - Collocamento di manufatti in marmo e in pietra ... 137
33.4 - Collocamento di manufatti vari, apparecchi e materiali forniti dall'Amministrazione Appaltante ... 138
34 Pavimentazioni esterne ... **138**
34.1 – Sottofondi ... 138
34.2 - Pavimentazioni pedonali ... 138
34.3 - Pavimentazione in porfido, in trachite o altro materiale lapideo ... 138
a) - Cubetti ... 138
b) - Piastrelle regolari ... 139
c) - Lastre irregolari ad opera incerta ... 139
d) - Cordoni e binderi ... 139
e) - Smolleri ... 139
f) - Altri elementi lapidei ... 139
g) - Riparazioni e ripristini ... 139
34.4 - Pavimenti in battuto di cemento ... 139
34.5 - Pavimenti in getto di cemento ... 139
34.6 - Pavimenti in maiolica, cottoforte, cotto, grès rosso e fine, klinker, terraglia dolce e forte, monocottura ... 140
34.7 - Acciottolati ... 140
34.8 – Selciati ... 140
34.9 - Pavimenti in laterizio ... 140
34.10 - Pavimenti in mattonelle di cemento con o senza graniglia ... 140
34.11 - Pavimenti in lastre di marmo ... 140
34.12 - Pavimenti a bollettonato ... 140
34.13 - Pavimenti d'asfalto ... 140
35 Rete di scarico delle acque piovane ... **140**
35.1 - Generalità ... 140
35.2 - Canali di gronda ... 141
35.3 - Pluviali ... 141
35.4 - Collettori di scarico ... 141
35.5 - Pozzetti a chiusura idraulica ... 141
36 Opere a verde ... **141**
36.1 - Prescrizioni generali ... 141
36.2 - Pulizia generale del terreno ... 142
36.3 - Lavorazione del suolo ... 142
36.4 - Drenaggi e impianti tecnici ... 142
36.5 - Preparazione delle buche e dei fossi ... 142
36.6 - Apporto di terra vegetale ... 142
36.7 - Preparazione del terreno per i prati ... 143
36.8 - Messa a dimora di alberi ed arbusti ... 143
36.9 - Messa a dimora di alberi ed arbusti a foglia caduca ... 143
36.10 - Messa a dimora di alberi ed arbusti sempreverdi ... 143
36.11 - Messa a dimora delle piante tappezzanti, delle erbacee perenni ed annuali e delle piante rampicanti, sarmentose e ricadenti ... 143
34.12 - Messa a dimora delle piante acquatiche e palustri ... 144
36.13 - Formazione dei prati ... 144
36.14 - Messa a dimora delle zolle erbose ... 144
36.15 - Protezione delle piante messe a dimora ... 144
36.16 - Manutenzione degli spazi verdi ... 144
37 Ascensori e piattaforme elevatrici ... **145**
37.1 - Generalità - Osservazioni preliminari ... 145
37.2 - Aspetti specifici ... 145
1 - Cabina ... 145
2 - Elementi di sospensione e elementi di sostegno ... 145
3 - Controllo delle sollecitazioni (compresa la velocità eccessiva) ... 145
4 - Motore ... 145
5 - Comandi ... 145
6 - Rischi per le persone al di fuori della cabina ... 145
7 - Rischi per le persone nella cabina ... 145
8 - Altri rischi ... 146
9 - Marcatura ... 146
10 - Istruzioni per l'uso ... 146
11 - Marcatura CE di conformità ... 146
12 - Componenti di sicurezza ... 146
13 - Requisiti dimensionali e prestazionali degli ascensori per i soggetti portatori di handicap ... 146
14 - Impianto elettrico ... 147
37.3 - Quadro di sezionamento locale dell'ascensore (elevatore) ... 147
37.4 - Impianti elettrici di alimentazione e impianti ausiliari per gli ascensori ... 147
37.5 - Ascensori antincendio e di soccorso ... 147
37.6 - Piattaforme elevatrici ... 148
37.7 - Regole di prevenzione incendi per attività soggette ai controlli di prevenzione ... 148
37.8 - Vano di corsa ... 148
a - Vano aperto ... 148
b - Vano protetto ... 148
c - Vano a prova di fumo ... 148
37.9 - Accessi al locale del macchinario, agli spazi del macchinario e/o alle aree di lavoro ... 149
37.10 - Aerazione del vano di corsa, dei locali del macchinario, delle pulegge di rinvio e/o degli ambienti contenenti il macchinario ... 149

37.11 - Misure di protezione attiva *149*
37.12 - Vani di corsa per ascensore antincendio *149*
37.13 - Vano di corsa per ascensore di soccorso *150*
37.14 - Norme di esercizio *150*

TITOLO II° **151**

PRESCRIZIONI PER IL RESTAURO E RIPRISTINO DI STRUTTURE ESISTENTI **151**

1 - Puntelli ed opere di presidio **151**
2 - Trattamento di pulitura dei materiali **151**
2.1 – Tecniche di pulizia *151*
a) Pulizia manuale 151
b) Pulizia con acqua 151
c) Apparecchiature ad ultrasuoni 151
c) Microsabbiatura di precisione 151
d) Microsabbiatura umida controllata 151
e) Pulizia chimica 151
f) Impacchi con argille assorbenti 151
g) Impacchi mediante impacco biologico 152
2.1 - Pulitura del legno *152*
a) Disinfestazione da insetti e funghi 152
b) Pulitura meccanica manuale 152
c) Levigatura e lamatura manuale 152
d) Pulitura mediante soluzioni sverniciatrici 152
e) Pulitura mediante aria calda o fiamma 152
2.2 - Pulitura dei metalli *152*
2.3 - Pulitura delle rocce sedimentarie *153*
a) Arenaria 153
b) Tufo 153
c) Travertino 153
d) Pietra d'Angera 153
e) Pietra di Verona e pietra tenera dei Colli Berici 153
2.4 - Pulitura delle rocce metamorfiche *153*
a) Marmi 153
b) Serpentini, miscoscisti, calciscisto 153
2.5 - Pulitura di parti murarie in cotto e in materiale lapideo *153*
a) Generalità 153
b) Idropulitura a bassa pressione o a pressione controllata 154
c) Pulitura con acqua a pressione 154
d) Pulitura manuale 154
e) Pulitura con apparecchi ad ultrasuoni 154
f) Pulitura con apparecchi laser 154
g) Pulitura con microsabbiatrice secca 155
h) Pulitura con microsabbiatrice umida 155
i) Pulitura con sabbiatrice 155
l) Pulitura con soluzioni chimiche 155
m) Pulitura con impacchi di argille assorbenti 155
n) Pulitura di efflorescenze saline 156
o) Bonifica da vegetazione infestante 156
p) Bonifica da alghe, funghi, muschi e licheni 156
2.6 - Pulitura del calcestruzzo *157*
2.7 - Pulitura degli intonaci *157*
2.8 - Pulitura degli stucchi *157*
3 - Trattamento di consolidamento dei materiali **157**
3.1 - Generalità - Tecniche di consolidamento *157*
a) Applicazione a pennello 157
b) Applicazione a spruzzo 157
c) Applicazione a tasca 157
d) Applicazione per colazione 157
e) Applicazione sottovuoto 157
3.2 - Consolidamento delle rocce sedimentarie *157*
a) Arenaria 157
b) Tufo 157
c) Travertino 158
d) Pietra d'Angera 158
e) Pietra di Verona e pietra tenera dei Colli Berici 158
3.3 - Consolidamento delle rocce metamorfiche *158*
a) Marmi 158
b) Serpentini, miscoscisti, calciscisto 158
3.4 - Consolidamento di cotto e laterizi *158*
3.5 - Consolidamento del calcestruzzo *158*
3.6 - Consolidamento degli intonaci *158*
3.7 - Consolidamento degli stucchi *158*
3.8 - Consolidamento dei materiali lapidei *158*
3.9 – Consolidamento di particolari architettonici *158*
4 - Trattamento di protezione dei materiali **158**
4.1 - Protezione delle rocce sedimentarie *158*
a) Arenaria 158
b) Tufo 158
c) Travertino 159
d) Pietra d'Angera 159
e) Pietra di Verona e pietra tenera dei Colli Berici 159
4.2 - Protezione delle rocce metamorfiche *159*
a) Marmi 159
b) Serpentini, miscoscisti, calciscisto 159
4.3 - Protezione di cotto e laterizi *159*
4.4 - Protezione del calcestruzzo *159*
4.5 - Protezione dell'intonaco *159*
4.6 - Protezione degli stucchi *159*

5 - Conservazione del legno 159
6 - Consolidamento delle strutture classificate secondo le unità tecnologiche (UNI 8290) 159
6.1 - Strutture di fondazione 159
6.2 -Interventi su fondazioni dirette in muratura o pietrame 160
6.3 - Sottofondazioni 160
a) Sottofondazioni in muratura di mattoni 160
b) Sottofondazioni in conglomerato cementizio gettato a piè d'opera 160
c) Sottofondazioni con cordoli o travi di cemento armato 160
6.4 - Allargamenti fondazionali 161
a) Allargamento mediante lastra in c.a. 161
b) Procedimento Schultze 161
6.5 - Pali di fondazione 161
a) Pali Strauss 161
b) Pali Wolfsholz 161
c) Pali a tronchi prefabbricati o conci (pali Mega) 161
6.6 - Micropali 161
6.7 - Interventi su murature in mattoni o pietrame 161
6.8 - Interventi su colonne e pilastri in muratura 162
6.9 - Interventi su murature a sacco con laterizio esterno 162
6.10 - Interventi su superfici esterne verticali di mattoni o pietre 162
6.11 - Interventi di scuci e cuci 162
6.12 - Interventi su superfici esterne verticali in calcestruzzo 163
6.13 - Interventi su strutture in calcestruzzo 163
6.14 - Interventi su colonne in calcestruzzo 163
6.15 - Interventi su pilastri in calcestruzzo 163
6.16 - Interventi su solai lignei 163
6.17 - Interventi su solai in ferro e laterizio 163
6.18 - Interventi su solai in latero-cemento 164
6.19 - Interventi su pavimenti 164
6.20 - Interventi su scale 164
6.21 - Interventi su volte in muratura 164
6.22 - Interventi su tetti a falda con orditura lignea 165
6.23 - Interventi su manti di copertura 166
6.24 - Interventi su infissi esterni 166
6.25 - Interventi su balconi in ferro e laterizio 166
7 - Consolidamenti di edifici in cemento armato 166
7.1 - Incamiciatura in cemento armato 166
7.2 - Incamiciatura in acciaio 166
7.3 - Miglioramento della giunzioni per aderenza 167
7.4 -Placcatura e fasciatura in materiali fibrorinforzati (FRP o Fiber Reinforced Polymers) 167
7.5 - Iniezioni con miscele leganti 167
7.6 -Ripristino localizzato con conglomerati 167
7.7 - Ripristino e rinforzo dell'armatura metallica 167
7.8 - Provvedimenti per le strutture di fondazione 168
7.9 - Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo 168
8 - Ripristino corticale di strutture portanti in calcestruzzo armato 168
8.1 - Trattamento passivante dell'armatura in acciaio 168
8.2 - Trattamento anticarbonatazione delle superfici in calcestruzzo armato 168
8.3 - Ricostruzione di strutture in calcestruzzo armato su superfici verticali o orizzontali 169
8.4 - Strato di finitura di superfici in calcestruzzo armato ripristinate 169
8.5 - Impermeabilizzazione dei manufatti in c.a. 169
9 - Opere varie e diverse 169
9.1 - Generalità 169