COMUNE DI FERRARA

OGGETTO:

Ordinanza 120 dell'11 Ottobre 2013. Attuazione del Programma delle Opere Pubbliche e dei Beni Culturali danneggiati dagli eventi sismici del 20 e 29 maggio 2012. Piani annuali 2013-2014. Progettazione preliminare interventi di ripristino con miglioramento sismico (Art. 4 Regolamento Allegato E). Chiesa parrocchiale nella Natività di M. Vergine, Via Ravenna, 651- Gaibana (FE). (Edificio n.2096 Allegato C/1 Beni Culturali)

COMMITTENTE:

ARCIDIOCESI DI FERRARA - COMACCHIO
CORSO MARTIRI DELLA LIBERTA', 77 - 44121 (FE)

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO

PROGETTO ARCHITETTONICO
ARCH. RAFFAELLA PIVA

VIA RAVENNA, 699
44124 - FERRARA
TEL. 333 8601227

PROGETTO STRUTTURALE
ING. ALESSIO COLOMBI
ING. MARCO ROVERSI

Colombi & Roversi Associati
Via Piangipane, 141
44121 FERRARA

NUM.	RIF. PROGETTO	FASE	AMBITO	ANNO	TIPO	TAVOLA
04	GAIBANA	EE	AM	2019	CSA	

Rev.	Data	Descriz.
0	29/04/2019	EMISSIONE

CAPO 1 - PRESCRIZIONI TECNICHE PER L'ESECUZIONE ED IL CONSOLIDAMENTO DEGLI EDIFICI 4

ART. 1 – NORME TECNICHE DI ESECUZIONE 4
ART. 2 - EDIFICI IN TUTTO O IN PARTE A MURATURA PORTANTE 4
ART. 3 - NORME PER LA MISURAZIONE E LA VALUTAZIONE DEI LAVORI 4
3.1 - Trasporti 4
3.2 - Scavi 4
3.3 - Demolizione e rimozioni 5
3.4 - Murature in genere 5
3.5 - Paramenti di faccia vista 6
3.6 - Lavori in metallo 7
3.7 - Opere da lattoniere 7
3.8 - Impermeabilizzazioni 7
3.9 - Conglomerati cementizi e ferro per cemento armato 7
3.10 - Massetti, sottofondi, vespai, drenaggi 8
3.11 - Pavimenti 8
3.12 - Opere in pietra 8
3.13 - Rivestimenti 8
3.14 - Intonaci 8
3.15 - Controsoffitti 8
3.16 - Opere da falegname 8
3.17 - Opere da fabbro 9
3.18 - Opere da vetraio 9
3.19 - Opere da stuccatore 9
3.20 - Opere da pittore 9
3.21 - Lavori in economia 10
3.22 - Opere a corpo 11
3.23 - Scorte 11
3.24 - Riparazione di murature 11
3.25 - Interventi su solai e coperture 12
3.26 - Consolidamento strutturale con materiali compositi 12

CAPO 2 – PRESCRIZIONI TECNICHE PER L'ESECUZIONE DI INDAGINI, SCAVI E DEMOLIZIONI 12

ART. 4 – INDAGINI CONOSCITIVE 13
ART. 5 – DEMOLIZIONI E RIMOZIONI 14

CAPO 3 – PRESCRIZIONI SU QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI 16

ART. 6 – MATERIE PRIME 16
Art. 6.1 - Materiali in genere 16
Art. 6.2 - Acqua, calci aeree, calci idrauliche, leganti cementizi, pozzolane, gesso 17
Art. 6.3 - Cementi 19
Art. 6.4 - Inerti normali e speciali 23
Art. 6.5 - Materiali ferrosi e metalli vari 25
ART. 7 – SEMI LAVORATI 34
Art. 7.1 - Malte, calcestruzzi e conglomerati 34
Art. 7.2 - Laterizi 37
Art. 7.3 - Leganti sintetici – resine 38
Art. 7.4 - Prodotti a base di legno – Generalità 40
Art. 7.5 - Legnami e materiali derivati dal legno 41
Art. 7.6 - Materiali per pavimentazione e rivestimenti - Generalità 47
Art. 7.7 - Colori e vernici - Generalità 47

Art. 7.8- Tinte *49*
Art. 7.9 - Pitture *50*
Art. 7.10 - Vernici *52*
Art. 7.11 - Additivi *52*
Art. 7.12 - Impregnanti per la protezione e l'impermeabilizzazione *53*
Art. 7.13 - Materiali per rivestimenti e/o trattamento lacune interni ed esterni *54*
Art. 7.14 - Materiali diversi (sigillanti, adesivi, geo-tessuti, tessuti-non-tessuti) *57*
Art. 7.15 - Solventi *59*
Art. 7.16 - Acqua per lavori di puliture *62*
Art. 7.17 - Spugne per puliture a secco *62*
Art. 7.18 - Carta giapponese *62*
Art. 7.19 - Materiali vari premiscelati *62*

CAPO 4 - PRESCRIZIONI TECNICHE PER L'ESECUZIONE DI OPERE EDILI 65

ART. 8 – REALIZZAZIONE DI OPERE IN CALCESTRUZZO ARMATO 65
ART. 9 – REALIZZAZIONE DI OPERE IN MURATURA 69
ART. 10 – REALIZZAZIONE DI STRUTTURE IN ACCIAIO 71
ART. 11 – REALIZZAZIONE DI STRUTTURE IN LEGNO 72
ART. 12 – CONTROSOFFITTI 77
ART. 13 – INTONACI 78
ART. 14 – TINTEGGIATURE 79

CAPO 5 – PRESCRIZIONI PER IL RIPRISTINO DI STRUTTURE ESISTENTI 80

ART.15 – TRATTAMENTO DI PULITURA DEI MATERIALI 80
ART.16 – TRATTAMENTO DI CONSOLIDAMENTO DEI MATERIALI 81
ART.17 – CONSOLIDAMENTO DELLE MURATURE MEDIANTE INIEZIONI DI MISCELE LEGANTI 82
ART.18 – RISARCIMENTO-STILATURA GIUNTI DI MALTA 82
Art. 18.1 - Modalità di prova, controllo e collaudo *83*
ART.19 – RISARCIMENTO CON CUCI E SCUCI 84
Art. 19.1 - Modalità di prova, controllo e collaudo *85*
ART. 20 – CONSOLIDAMENTO MEDIANTE INIEZIONI A BASE DI MISCELE LEGANTI 85
Art. 20.1 - Modalità di prova, controllo e collaudo *86*
ART. 21 – CONSOLIDAMENTO MEDIANTE INIEZIONI ARMATE 87
Art. 21.1 - Modalità di prova, controllo e collaudo *87*
ART. 22 – ISPESSIMENTO DELLE PARETI MURARIE 87
ART. 23 – RIMANEGGIAMENTO MANTO DI COPERTURA 87
ART. 24 – MATERIALI NON TRADIZIONALI 88
ART. 25 – SMONTAGGIO E RIMONTAGGIO DEGLI IMPIANTI 91

CAPO 6 - TECNICHE DI RESTAURO: PRESCRIZIONI PER IL RIPRISTINO ED IL CONSOLIDAMENTO DI MATERIALI 91

ART. 26 - TRATTAMENTO DI PULITURA DEI MATERIALI 91
Art. 26.1 - Generalità e tecniche di pulizia *91*
Art. 26.2 – Pulitura, trattamento consolidante e conservativo del legno *93*
Art. 26.3 - Pulitura dei metalli *96*
Art. 26.4 - Pulitura delle rocce sedimentarie e metamorfiche *96*
Art. 26.5 - Pulitura di cotto e laterizi *96*
Art. 26.6 - Pulitura di calcestruzzo, intonaci e stucchi *97*
ART. 27 - TRATTAMENTO DI CONSOLIDAMENTO DEI MATERIALI 97
Art. 27.1 – Generalità e tecniche di consolidamento *97*
Art. 27.2 - consolidamento delle rocce sedimentarie e metamorfiche *98*
Art. 27.3 - Consolidamento di cotto e laterizi *98*
Art. 27.4 - Consolidamento di calcestruzzo, intonaci e stucchi *98*

art. 27.5 - Consolidamento dei materiali lapidei *99*
art. 27.6 - Consolidamento di particolari architettonici *99*
ART. 28 – TRATTAMENTO DI PROTEZIONE DEI MATERIALI 100
Art. 28.1 - Protezione delle rocce sedimentarie e metamorfiche *100*
Art. 28.2 - Protezione antigraffiti *100*
Art. 28.3 - Protezione di cotto e laterizi *101*
Art. 28.4 - Protezione di calcestruzzo, intonaci e stucchi *101*
ART. 29 - CONSERVAZIONE DEL LEGNO 102
Art. 29.1 – Conservazione del legno tecniche e materiali *103*
ART. 30 - INTEGRAZIONE PITTORICA 105
Art. 30.1 - Integrazione pittorica delle superfici dipinte ed affrescate *105*

CAPO 7 – ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI 105

ART. 31 - NORME GENERALI PER IL COLLOCAMENTO IN OPERA 106
Art. 31.1 - Collocamento di manufatti in legno *106*
Art. 31.2 - Collocamento di manufatti in ferro *107*
Art. 31.3 - Collocamento di manufatti in marmo e pietre *107*
Art. 31.4 - Collocamento di manufatti vari, apparecchi e materiali forniti dall'amministrazione appaltante *108*

CAPO 1 - PRESCRIZIONI TECNICHE PER L'ESECUZIONE ED IL CONSOLIDAMENTO DEGLI EDIFICI

Il presente capitolato è relativo agli interventi di restauro architettonico conseguenti ai danni verificatisi in seguito a seguito dei danni indotti dal sisma del maggio 2012 nella Chiesa Parrocchiale di Gaibana

Art. 1 – Norme tecniche di esecuzione

Nella esecuzione dei lavori, l'Impresa dovrà attenersi alle prescrizioni che di seguito vengono riportate per le principali categorie di lavoro.
Per tutte le categorie di lavoro per le quali non vengono riportate nel presente Capitolato specifiche norme di esecuzione, l'Impresa dovrà attenersi alle migliori regole d'arte nonché alle disposizioni all'uopo impartite dalla Direzione dei Lavori.

Art. 2 - Edifici in tutto o in parte a muratura portante

Per l'esecuzione, il consolidamento degli edifici di uno o più piani, in tutto o in parte a muratura portante, costituiti da un insieme di sistemi resistenti collegati tra di loro e le fondazioni, disposti in modo da resistere ad azioni verticali ed orizzontali, si osserveranno le prescrizioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14.01.2008 e relativa Circolare esplicativa n.617 del 02.02.2009.

Art. 3 - Norme per la misurazione e la valutazione dei lavori

Per tutte le opere dell'appalto le varie quantità di lavoro saranno determinate con misure geometriche, escluso ogni altro metodo.
In particolare viene stabilito quanto appresso:

3.1 - Trasporti

I trasporti di terre o altro materiale sciolto vengono valutati in base al volume prima dello scavo, per
materie in cumulo prima del carico sul mezzo di trasporto senza tener conto dell'aumento di volume che subiscono all'atto dello scavo o del carico oppure a peso con riferimento alla distanza.
Con i prezzi dei trasporti s'intende compreso, qualora non sia diversamente precisato in contratto,
il carico e lo scarico dei materiali dai mezzi di trasporto nonché le assicurazioni di ogni genere, le
spese per i materiali di consumo, la mano d'opera del conducente ed ogni altra spesa per dare il
mezzo in pieno stato di efficienza.

3.2 - Scavi

Gli scavi si definiscono:
a) di sbancamento, qualora l'allontanamento delle materie scavate possa effettuarsi senza ricorrere a mezzi di sollevamento, ma non escludendo l'impiego di rampe provvisorie;
b) a sezione obbligata, qualora invece lo scavo venga effettuato in profondità a partire dalla superficie del terreno naturale o dal fondo di un precedente scavo di sbancamento, e comporti pertanto un sollevamento verticale per l'asporto delle materie scavate.
Viene di solito considerato come scavo a sezione obbligata o ristretta uno scavo che, pur rispondendo alla definizione data per lo scavo di sbancamento, abbia larghezza uguale o inferiore all'altezza. Gli scavi di sbancamento si misurano con il metodo delle sezioni ragguagliate, tenendo conto del volume effettivo in loco, cioè escludendo l'aumento delle materie scavate. Negli scavi a sezione obbligata il volume si ricava moltiplicando l'area del

fondo del cavo per la profondità del medesimo, misurata a partire dal punto più depresso del perimetro: la parte di scavo che eventualmente ecceda il volume così calcolato viene considerata scavo di sbancamento; in nessun caso si valuta il maggiore volume derivante da smottamenti delle pareti dello scavo. Nel caso di scampanature praticate nella parte inferiore degli scavi i relativi volumi vengono misurati geometricamente, scomponendo, ove occorra, i volumi stessi in parti elementari più semplici; ovvero applicando il metodo delle sezioni ragguagliate orizzontali. Per gli scavi da eseguire con l'ausilio di sbadacchiature, paratie e simili, le dimensioni per il calcolo dei volumi comprendono anche lo spessore del legname di armatura. Gli scavi subacquei saranno pagati a mc con le norme e modalità precedentemente prescritte e compensati con appositi sovrapprezzi nelle zone sommerse a partire dal piano orizzontale posto a quota 0,20 m sotto il livello normale delle acque nei cavi, procedendo verso il basso. Nel caso che la stazione appaltante provveda a fare eseguire i prosciugamenti dei cavi pagando a parte il nolo di motopompa, lo scavo entro i cavi così prosciugati sarà remunerato come gli scavi eseguiti all'asciutto

3.3 - Demolizione e rimozioni

Le demolizioni saranno valutate adottando l'unità di misura compatibile con l'operazione in oggetto: mc, mq, m, kg, cad. Nei prezzi dei lavori sono compresi gli oneri relativi agli accorgimenti per non danneggiare le opere e manufatti limitrofi, a non arrecare disturbi o molestie ed a bagnare i materiali di risulta per non sollevare polveri.
Le movimentazioni orizzontali o verticali del materiale di risulta (scarriolamenti, calo in basso, trasporti), quando non inclusi nei prezzi riportati, saranno valutate al metro cubo. Nelle stime riportate è già incluso l'incremento relativo all'aumento di volume del materiale sciolto. La stima dell'avvicinamento al luogo di deposito provvisorio, in attesa del trasporto allo scarico, quando non inclusa nei prezzi riportati, potrà essere applicata solo nel caso di materiale sciolto proveniente da demolizioni e nelle seguenti situazioni:

- lavori in quota con avvicinamento al castello di tiro per il calo in basso con elevatore meccanico;
- trasporto, al piano di carico, fino alla zona deputata alla raccolta dello stesso (quando questa sia espressamente indicata dalla Direzione Lavori o necessiti comunque, per la sicurezza e l'igiene del lavoro, di un'area appropriata di raccolta)

L'applicazione di queste stime, relativamente al tipo di movimentazione analizzata, dovrà tener conto dei seguenti criteri:

- movimentazione con mezzi meccanici di piccole dimensioni: per trasporti effettuabili con piccole macchine di portata fino a 1 mc (dumperini, carrelli elevatori equipaggiati con benna,...) su percorsi percorribili con questi tipi di mezzi;
- scarriolatura: per trasporti con carriola, o mezzi simili condotti a mano, su percorsi non transitabili da mezzi meccanici di piccole dimensioni, considerando complessivamente sia l'eventuale tragitto fino al mezzo deputato al calo in basso sia quello, effettuato sul piano di carico, fino al luogo di raccolta del materiale di risulta;
- scofanatura e/o insacchettatura: per trasporti a mano, a mezzo di secchi o sacchetti, del materiale di risulta quando, prescindendo dalla capacità operativa dell'appaltatore, non risultino praticabili altri tipi di movimentazione (percorsi non carriolabili ed impossibilità di sfruttare, per il calo in basso, alcun tipo di mezzo meccanico).

I materiali utilizzabili che, dovessero venire reimpiegati dall'appaltatore stesso, verranno considerati come nuovi, in sostituzione dei materiali che egli avrebbe dovuto provvedere e cioè allo stesso prezzo fissato per questi nell'elenco, ovvero, mancando esso, mediante analisi prezzo dedotto in ambedue i casi il ribasso d'asta. L'importo complessivo dei materiali così valutati verrà detratto perciò dall'importo netto dei lavori, in conformità, a quanto disposto dall'art. 40 del capitolato generale.

3.4 - Murature in genere

Tutte le murature in genere, salvo le eccezioni in appresso specificate, saranno misurate geometricamente, a volume od a superficie, secondo la categoria, in base a misure prese sul

vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci. Sarà fatta deduzione di tutti i vuoti di luce superiore a mq 1,00 e dei vuoti di canne fumarie, canalizzazioni, ecc. che abbiano sezione superiore a mq 0,25, rimanendo per questi ultimi, all'appaltatore, l'onere della loro eventuale chiusura con materiale in cotto.
Così pure sarà sempre fatta deduzione del volume corrispondente alla parte incastrata di pilastri, piattabande, ecc., di strutture diverse, nonché, di pietre naturali od artificiali, da pagarsi con altri prezzi di tariffa. Nei prezzi della muratura di qualsiasi specie, qualora non debbano essere eseguite con paramento di faccia vista, si intende compreso il rinzaffo delle facce visibili dei muri. Tale rinzaffo sarà sempre eseguito, ed è compreso nel prezzo unitario, anche a tergo dei muri che debbono essere poi caricati da terrapieni. Per questi ultimi muri è pur sempre compresa la eventuale formazione di feritoie regolari e regolarmente disposte per lo scolo delle acque ed in genere quella delle ammorsature e la costruzione di tutti gli incastri per la posa in opera della pietra da taglio od artificiale. Nei prezzi unitari delle murature di qualsiasi genere si intende compreso ogni onere per la formazione di spalle, sguinci, canne, spigoli, strombature, incassature per imposte di archi, volte e piattabande. Qualunque sia la curvatura data alla pianta ed alle sezioni dei muri, anche se si debbano costruire sotto raggio, le relative murature non potranno essere comprese nella categoria delle volte e saranno valutate con i prezzi delle murature rette senza alcun compenso in più. Le murature miste di pietrame e mattoni saranno misurate come le murature in genere, di cui sopra e con relativi prezzi di tariffa s'intendono compensati tutti gli oneri di cui all'art. "Murature miste" del presente capitolato per la esecuzione in mattoni di spigoli, angoli, squarci, parapetti, ecc.
Le ossature di cornici, cornicioni, lesene, pilastri, ecc., di oggetto superiore a 5 cm sul filo esterno del muro, saranno valutate per il loro volume effettivo in aggetto con l'applicazione dei prezzi di tariffa stessa. Per le ossature di aggetto inferiore ai cm 5 non verrà applicato alcun sovrapprezzo. Quando la muratura in aggetto è diversa da quella del muro sul quale insiste, la parte incastrata sarà considerata come della stessa specie del muro stesso. Nei prezzi unitari delle murature da eseguire con pietrame di proprietà della amministrazione, come in generale di tutte le categorie di lavoro per le quali s'impiegano materiali di proprietà dell'amministrazione (non ceduti all'appaltatore), s'intendono compresi gli oneri per trasporto, ripulitura, adattamento e posa in opera dei materiali stessi. Le murature eseguite con materiali ceduti all'appaltatore saranno valutate con i prezzi delle murature in pietrame fornito dall'appaltatore, intendendosi in questi prezzi compreso e compensato ogni onere per trasporto, lavorazione pulitura, e messa in opera, ecc., del pietrame ceduto.
Le murature di mattoni ad una testa od in foglio si misureranno a vuoto per pieno, al rustico, deducendo soltanto le aperture di superficie uguale o superiore a mq 1, intendendo nel prezzo compensata la formazione di spalle, piattabande, ecc., nonché, eventuali intelaiature in legno che la direzione dei lavori ritenesse opportuno di ordinare allo scopo di fissare i serramenti al telaio, anziché, alla parete. Le volte, gli archi e le piattabande, in cornici di pietrame o mattoni di spessore superiore ad una testa, saranno anch'essi pagati a volume ed a seconda del tipo, struttura e provenienza dei materiali impiegati, coi prezzi di elenco, con i quali si intendono compensate tutte le forniture, lavorazioni e magisteri per dare la volta completa con tutti i giunti delle facce viste frontali e d'intradosso profilati e stuccati. Le volte, gli archi e le piattabande in mattoni, in foglio o ad una testa, saranno pagate a superficie, come le analoghe murature.

3.5 - Paramenti di faccia vista

I prezzi stabiliti in tariffa per la lavorazione delle facce viste che siano da pagare separatamente dalle murature, comprendono non solo il compenso per la lavorazione delle facce viste, dei piani di posa e di combaciamento, ma anche quello per l'eventuale maggior costo del pietrame di rivestimento, qualora questo fosse previsto di qualità e provenienza diversa da quello del materiale impiegato per la costruzione della muratura interna. La misurazione dei paramenti in pietrame e delle cortine di mattoni verrà effettuata per la loro superficie effettiva, dedotti i vuoti e le parti occupate da pietrame da taglio od artificiale (se non diversamente disposto, ed eccettuati i casi di paramenti in pietrame da applicare alle facce viste di strutture murarie non eseguite in pietrame, calcestruzzi,

conglomerati, ecc. nei quali casi si applicheranno i prezzi separati per il nucleo ed il paramento) tutte le murature tanto interne che di rivestimento, saranno valutate applicando al loro volume complessivo il prezzo che compete alla muratura grezza, ed alle superfici delle facce viste lavorate i sovrapprezzi stabiliti secondo le specie di paramento prescritto ed eseguito).

3.6 - Lavori in metallo

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

– la esecuzione dei necessari fori ed incastri nelle murature e pietre da tagliole impiombature e sigillature, le malte ed il cemento, nonché la fornitura per le impiombature;

– la coloritura con minio ed olio cotto, il tiro ed il trasporto in alto, ovvero la discesa in basso e tutto quanto è necessario per dare i lavori compiuti in opera a qualsiasi altezza. In particolare i prezzi delle travi in ferro a doppio T o con qualsiasi altro profilo, per solai, piattabande, sostegni, collegamenti, ecc., valgono anche in caso di eccezionale lunghezza, grandezza o sezione delle stesse, e di tipi per cui occorra un'apposita fabbricazione. Essi compensano, oltre al tiro ed il trasporto in alto, ovvero la discesa in basso, tutte le forature, tagli, lavorazioni, ecc., occorrenti per collegare le teste di tutte le travi dei solai con tondini, tiranti, cordoli in cemento armato, ovvero applicare chiavi, coprichiave, chiavarde, staffe, avvolgimenti, bulloni, chiodature, ecc., tutte le opere per assicurare le travi ai muri di appoggio, ovvero per collegare due otre travi tra di loro, ecc., e qualsiasi altro lavoro prescritto dalla direzione dei lavori per la perfetta riuscita dei solai e per fare esercitare alle travi la funzione di collegamento dei muri sui quali poggiano. Nel prezzo del ferro per armature di opere in cemento armato, oltre alla lavorazione ed ogni sfrido, è compreso l'onere per la legatura dei singoli elementi con filo di ferro, la fornitura del filo di ferro, e la posa in opera dell'armatura stessa.

3.7 - Opere da lattoniere

Le opere da lattoniere quali canali di gronda, scossaline, converse, pluviali, ecc. saranno misurate a peso o a metro secondo quanto specificato nelle singole voci. I pezzi speciali sono compensati a parte e valutati cadauno. Nei prezzi a metro sono comprese le sovrapposizioni; la fornitura in opera di grappe, cravatte, ecc. ove non diversamente indicato è compresa nel prezzo dell'opera. I tubi di ghisa e di piombo saranno valutati a peso; le tubazioni in gres ceramico, di cloruro di polivinile, di acciaio sottile smaltato saranno valutate a metro, misurato sull'asse della tubazione.

3.8 - Impermeabilizzazioni

Le opere vengono valutate a superficie effettiva con detrazione dei vuoti o delle parti non impermeabilizzate aventi singolarmente superficie superiore a 0,50 mq. Nei prezzi delle opere sono compresi oltre gli oneri assicurativi sugli infortuni sul lavoro, ecc., anche quelli relativi alla loro esecuzione con quell'ordine e quelle precauzioni idonee a non danneggiare le restanti opere e manufatti, a non arrecare disturbi o molestie, a bagnare i materiali di risulta per non sollevare polvere nonché a guidarli e trasportarli in basso.

3.9 - Conglomerati cementizi e ferro per cemento armato

I conglomerati per le strutture in cemento armato si valutano a volume effettivo, cioè senza detrazione dei volume occupato dalle armature. La valutazione delle armature viene effettuata a peso, sia con pesatura diretta degli elementi tagliati e sagomati secondo i disegni esecutivi, sia applicando alle lunghezze degli elementi stessi i pesi unitari riportati nei

più accreditati manuali. Le casseforme si valutano secondo le superfici effettive, sviluppate al vivo delle strutture da gettare. Con tale valutazione si intendono compensate anche la piccola puntellatura e le armature di sostegno di altezza non superiore a 4,00 m, per altezze superiori si applica l'apposito sovrapprezzo.

3.10 - Massetti, sottofondi, vespai, drenaggi

Le opere vengono valutate a volume effettivo ad eccezione dei vespai in laterizio da pagarsi a superficie effettiva. I terreni di sostegno di vespai e drenaggi dovranno essere ben costipati per evitare qualsiasi cedimento ed il pietrame dovrà essere collocato a mano e di idonea pezzatura. Per i vespai si dovrà creare, con adatto pietrame, una rete sufficiente di cunicoli comunicanti tra loro e con l'esterno per assicurare il ricambio d'aria.

3.11 - Pavimenti

La misurazione dei pavimenti, ad eccezione di quelli di marmo, si sviluppa secondo le superfici in vista e perciò senza tenere conto delle parti comunque incassate o effettivamente sotto intonaco; si detraggono altresì le zone non pavimentate, purché di superficie superiore a 0,50 mq ciascuna. A lavoro ultimato le superfici dei pavimenti devono risultare perfettamente piane e con quelle pendenze richieste dalla stazione appaltante; i pavimenti dovranno risultare privi di macchie di sorta, e della benché minima ineguaglianza tra le connessure dei diversi elementi a contatto. Per la valutazione dei pavimenti in marmo vedere Opere in pietra da taglio.

3.12 - Opere in pietra

Per le categorie da valutarsi a superficie questa si ottiene sommando le superfici dei minimi rettangoli o quadrati circoscrivibili a ciascun pezzo. Per le categorie da valutarsi a sviluppo lineare questo si misura in opera, senza tenere conto di eventuali incamerazioni, incastri o simili. Per le categorie da valutarsi a volume questo si ottiene sommando i volumi dei minimi parallelepipedi circoscrivibili a ciascun pezzo.

3.13 - Rivestimenti

La misurazione dei rivestimenti, ad eccezione di quelli in marmo, si sviluppa secondo le superfici effettivamente in vista. A lavoro ultimato la superficie dei rivestimenti deve risultare verticale, ed i rivestimenti privi di macchie di sorta e della benché minima ineguaglianza tra le connessure dei diversi elementi a contatto. Nei prezzi sono compresi la fornitura in opera di tutti i pezzi speciali inerenti ai singoli tipi di rivestimento, che vengono computati nelle misurazioni.

3.14 - Intonaci

Gli intonaci su muri o strutture di spessore superiore a 15 cm si misurano vuoto per pieno, intendendosi così compensate le riquadrature dei vani, degli aggetti, delle lesene ecc. le cui superfici non vengono sviluppate; fatta eccezione tuttavia per i vani di superficie superiore a 4 mq per i quali si detrae la superficie dei vano, ma si valuta la riquadratura. Per gli intonaci su pareti di spessore inferiore a 15 cm si detraggono tutte le superfici dei vuoti e si valutano le riquadrature. Gli intonaci su soffitti inclinati, volte, cupole ecc. vengono valutati secondo la superficie effettiva di applicazione.

3.15 - Controsoffitti

La misurazione dei controsoffitti si sviluppa secondo le superfici effettive di applicazione.

3.16 - Opere da falegname

Per i serramenti da valutarsi a superficie questa viene misurata su una sola faccia in base alle dimensioni esterne del telaio fisso, qualora non sia indicato diversamente; anche per le parti centinate si assumono le superfici effettive geometriche; nelle misurazioni non si considerano invece le sporgenze (zampini e simili) da incassare per il fissaggio dei singoli

serramenti. Per gli elementi da valutarsi a sviluppo lineare questo si misura sul perimetro esterno (linea di massimo sviluppo).

3.17 - Opere da fabbro

Le opere ed i serramenti metallici vengono valutati a superficie su una sola faccia in base alle dimensioni esterne del telaio fisso qualora non sia indicato diversamente oppure a peso come indicato nelle singole voci. Per tutti gli elementi da valutare a peso questo si intende riferito all'elemento finito in opera, con esclusione di qualsiasi sfrido. Nei prezzi delle serrande ed avvolgibili metallici non sono computate le sovrapposizioni, da valutarsi anch'esse come superficie effettiva.

3.18 - Opere da vetraio

Le misure si intendono riferite alle superfici effettive di ciascun elemento posto in opera. Per gli elementi di forma non rettangolare o quadrata si assume la superficie del minimo rettangolo circoscrivibile.

3.19 - Opere da stuccatore

Le opere da stuccatore vengono generalmente eseguite in ambiente interni, oppure possono essere eseguite in ambienti esterni di particolare tipo (porticati, passaggi ed androni).

I supporti su cui vengono applicate le stuccature devono essere ben stadiati, tirati a piano con frattazzo, asciutti, esenti da parti disaggregate, pulvirulente ed untuose e sufficientemente stagionati se trattasi di intonaci nuovi. Le stesse condizioni valgono anche nel caso di pareti su calcestruzzo semplice od armato.

Le superfici di cui sopra, che risultino essere già state trattate con qualsiasi tipo di finitura, devono essere preparate con tecniche idonee a garantire la durezza dello stucco.

Nelle opere di stuccatura, di norma deve essere impiegato il gesso ventilato in polvere, appropriatamente confezionato in fabbrica, il quale verrà predisposto in acqua e rimescolato sino ad ottenere una pasta omogenea, oppure verranno aggiunti altri prodotti quali calce super ventilata, polvere di marmo, agglomerati inerti, coibenti leggeri o collante cellulosico.

Esclusi i lavori particolari, l'impasto per le lisciature deve ottenersi mescolando il gesso con il 75% di acqua fredda.

Per le lisciature di superfici precedentemente con intonaco di malta bastarda, l'impasto deve essere composto da una parte di calce adesiva, precedentemente spenta in acqua e da due parti di gesso ventilato in polvere sempre con l'aggiunta di acqua.

In qualsiasi opera di stuccatura, l'Appaltatore è ritenuto unico responsabile della corretta esecuzione della stessa, rimangono pertanto a suo completo e totale carico gli oneri di eventuali rappezzi e rifacimenti, per lavori in cui risultassero difetti di esecuzione.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

3.20 - Opere da pittore

Le tinteggiature di pareti, soffitti, volte ecc. si misurano secondo le superfici effettive, senza però tenere conto delle superfici laterali di risalti, lesene o simili che abbiano sporgenze non superiori a 5 cm. Per muri di spessore superiore a 15 cm le superfici tinteggiate si valutano vuoto per pieno, a compenso delle riquadrature dei vani, che non vengono computate a parte: si detraggono tuttavia i vuoti aventi superfici superiori a 4,00 mq cadauno, computando a parte le relative riquadrature. Per muri fino allo spessore di 15 cm si detraggono invece i vuoti di qualsiasi dimensione, computando a parte le relative riquadrature. Le verniciature su superfici murarie o simili si misurano con gli stessi criteri sopra indicati per le tinteggiature; sulle opere metalliche, in legno o simili, si valutano convenzionalmente applicando i seguenti coefficienti alle superfici dei singoli elementi di cui

appresso, s'intendono eseguite su ambo le facce e misurate in proiezione retta, cioè senza tenere conto di spessori, scorniciature ecc.

a) opere metalliche di tipo semplice (grandi vetrate, lucernari, serrande avvolgibili a maglia e

simili): 0,75;

b) opere metalliche normali (cancelli, anche riducibili, ringhiere, parapetti, inferriate, ecc.): 1,0;

c) opere metalliche ornate: 1,5;

d) serramenti vetrati normali (finestre, porte finestre, porte a vetri, sportelli a vetri, ecc.): 1,0;

e) persiane alla romana e cassettone, serrande avvolgibili in lamiera: 3,0;

f) persiane avvolgibili: 2,5;

g) lamiere ondulate, serrande metalliche e simili: 2,5;

h) porte, bussole, sportelli, controsportelli ecc.: 2,0.

Con l'anzidetta misurazione si intende compensata la verniciatura degli elementi accessori come guide, apparecchi a sporgere e di manovra, sostegni, grappe e in genere piccole opere di ancoraggio, sostegno ecc. Per i serramenti le superfici a cui si applicano i sovraindicati coefficienti sono quelle misurate, caso per caso, secondo le norme riportate ai relativi Capitoli.

3.21 - Lavori in economia

Mano d'opera – Gli operai per i lavori in economia dovranno essere idonei al lavoro per il quale sono richiesti e dovranno essere provvisti dei necessari attrezzi. L'appaltatore è obbligato, senza compenso alcuno, a sostituire tutti quegli operai che non riescano di gradimento alla direzione dei lavori. Circa le prestazioni di mano d'opera saranno osservate le disposizioni e convenzioni stabilite dalle leggi e dai contratti collettivi di lavoro, stipulati a norma delle leggi sulla disciplina giuridica dei rapporti collettivi.

Noleggi – Le macchine e gli attrezzi dati a noleggio debbono essere in perfetto stato d'uso e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento. Sono a carico esclusivo dell'appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine. Il prezzo comprende gli oneri relativi alla mano d'opera, al combustibile, ai lubrificanti, ai materiali di consumo, all'energia elettrica e a tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine. Con i prezzi di noleggio delle motopompe, oltre la pompa sono compensati il motore, o la motrice, il gassogeno e la caldaia, la linea per il trasporto dell'energia elettrica ed, ove occorra, anche il trasformatore. I prezzi di noleggio di meccanismi in genere, si intendono corrisposti per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione dell'amministrazione, e cioè anche per le ore in cui i meccanismi stessi non funzionano, applicandosi il prezzo stabilito per meccanismi in funzione soltanto alle ore in cui essi sono in attività di lavoro; quello relativo a meccanismi in riposo in ogni altra condizione di cose, anche per tutto il tempo impiegato per riscaldare la caldaia e portare a regime i meccanismi. Nel prezzo di noleggio sono compresi gli oneri e tutte le spese per il trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento dei detti meccanismi. Per il noleggio dei carri e degli autocarri il prezzo verrà corrisposto soltanto per le ore di effettivo lavoro, rimanendo escluso ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

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

Materiali a piè d'opera o in cantiere – Tutti i materiali in provvista saranno misurati con metodi geometrici, con le prescrizioni indicate qui appresso, ovvero nei vari articoli del presente capitolato e nell'art. 34 del capitolato generale. Inoltre:

a) *Calce in pasta* – La calce in pasta sarà misurata nelle fosse di spegnimento od in cassa parallelepipeda, dopo adeguata stagionatura.

b) *Pietre e marmi* – Le pietre e i marmi a piè d'opera saranno valutati a volume, applicando il prezzo al volume del minimo parallelepipedo retto circolare a ciascun prezzo. Le lastre, i lastroni, ed altri pezzi da pagarsi a superficie saranno valutati:

– in base al minimo rettangolo circoscrivibile quando trattasi di elementi isolati (soglie, stipiti, copertine, ecc.);

– in base alla superficie effettiva, dopo il collocamento in opera, senza tener conto degli sfrasi relativi a ciascun pezzo, quando trattasi di materiali per pavimenti e rivestimenti. Con i prezzi dei marmi in genere s'intende compensata, salvo contrario avviso, la lavorazione delle facce viste a pelle liscia, la loro arrotatura e pomiciatura.

c) *Legnami* – Il volume e la superficie dei legnami saranno computati in base alle lunghezze e sezioni ordinate, intendendosi compreso nei prezzi stessi qualunque compenso per spreco di legname e per la sua riduzione alle esatte dimensioni prescritte. Per i legnami rotondi e grossamente squadrati, il volume è dato dal prodotto della lunghezza minima per la sezione di mezzeria. Le asticelle, le tavole, i tavoloni, i panconi, si misureranno moltiplicando la larghezza di mezzeria per la lunghezza minima.

3.22 - Opere a corpo

Il prezzo di tutte le opere indicate progettualmente come liquidazioni a corpo è da ritenersi assolutamente onnicomprensivo di tutte le forniture, trasporti, sollevamenti, armature e ponteggi di servizio e di protezione asporti e lavorazioni necessarie per dare l'opera perfettamente finita e rifinita a regola d'arte, funzionante e collaudabile in base alle normative vigenti al momento del collaudo stesso anche nelle parti non indicate graficamente o altrimenti specificate negli elaborati progettuali; nel prezzo è altresì incluso ogni altro onere per il pagamento di tasse ed oneri relativi all'opera da realizzare, la presentazione di tutte le documentazioni e certificazioni richieste sui materiali, sulle singole componenti e sul complesso dell'opera da realizzare, la progettazione esecutiva e costruttiva dell'opera da effettuarsi secondo le regole del presente capitolato, l'esecuzione di tutti i calcoli necessari il reperimento ad opera eseguita di tutti i pareri eventualmente necessari per il collaudo dell'opera, l'assistenza al collaudo medesimo. E' altresì compresa la realizzazione, anche in opera, prima dell'esecuzione dei lavori di tutte le campionature richieste dalla D.L. La realizzazione delle opere a corpo previste potrà anche subire delle modificazioni derivanti dalla difficoltà oggettiva di esecuzione, dall'intervento di nuove e più restrittive normative durante il corso dei lavori o dall'opportunità di una migliore e più razionale realizzazione senza che ciò costituisca motivo per l'appaltatore di richiedere maggiori o speciali compensi rispetto al prezzo a corpo iniziale.

3.23 - Scorte

L'impresa si impegna a lasciare in apposito locale indicato dalla D.L., congrue scorte dei seguenti materiali:

- pavimenti (compresi quelli esterni) nella misura del 2%;
- rivestimenti nella misura del 5%;
- maniglie e ferramenta serramenti nella misura del 5%.

3.24 - Riparazione di murature

Per le lavorazioni in cui risultino necessarie, si considerano comprese nel prezzo le puntellature e

loro successiva rimozione.

Le riparazioni di lesioni isolate su murature in laterizio, eseguite con il sistema dello scuci e cuci, verranno valutate a volume per qualsiasi spessore. La misurazione verrà eseguita valutando le figure geometriche che inviluppano le parti interessate dalla riparazione.

In caso di riparazioni con iniezioni di miscela cementizia, l'intervento verrà valutato a metro cubo di muratura trattata. Nei prezzi di tariffa le riparazioni si intendono eseguite a qualsiasi altezza.

Saranno inoltre compresi nelle riparazioni i fori di fissaggio dei condotti tubolari, l'iniezione d'acqua, la miscela, la sigillatura e l'eventuale posa di teloni sulle superfici non interessate.

In caso di riparazioni con rete elettrosaldata, la superficie ripristinata verrà valutata misurando solo

una faccia a metro quadrato, o metro nel caso di lesioni d'angolo, ed in base alle misure di progetto, esclusa quindi ogni eccedenza dipendente dal modo di esecuzione dei lavori; sarà fatta deduzione di tutti i fori pari od eccedenti a 1,00 m2. Nei prezzi di tariffa le riparazioni si intendono eseguite a qualsiasi altezza. Sono comprese le trapanazioni per il collegamento, le reti poste sulle due facce della muratura, il betoncino, la sigillatura, la posa di teloni sulle superfici non interessate e tutti gli altri oneri e modalità di esecuzione previste nei relativi prezzi di elenco.

3.25 - Interventi su solai e coperture

I solai in latero-cemento o prefabbricati saranno valutati a metro quadrato, in base alla superficie netta dei vani sottostanti (qualunque sia la forma di questi, misurata al grezzo delle murature principali di perimetro) o in base alla superficie determinata dal filo interno delle travi di delimitazione o dei cordoli, esclusi nel primo caso la presa e l'appoggio sulle murature stesse e, nel secondo, la larghezza delle travi portanti o di perimetro. Nella misurazione si farà astrazione da eventuali fori inferiori a 1,00 m2. Nel prezzo è compreso l'onere per lo spianamento superiore con malta sino al piano di posa del massetto finito per i pavimenti, nonché ogni opera e materiale occorrente per dare il solaio completamente finito e pronto per la pavimentazione. Nel prezzo dei solai sono compresi il ferro di armatura, le casseforme e le impalcature di sostegno di qualsiasi entità, con tutti gli oneri specificati per le casseforme dei getti di calcestruzzo. Il prezzo a metro quadrato dei solai suddetti si applicherà senza alcuna maggiorazione anche a quelle porzioni in cui il laterizio sia sostituito dal calcestruzzo.

Le coperture in genere saranno computate a metro quadrato misurando geometricamente la superficie effettiva delle falde del tetto senza alcuna deduzione dei vani per fumaioli, lucernai ed altre parti sporgenti dalla copertura purché non eccedenti ciascuna la superficie di 1,00 m2, viceversa tali vani verrano dedotti per intero. Non si terrà conto delle sovrapposizioni e ridossi dei giunti.

Le riparazioni saranno computate a metro quadrato, misurando geometricamente la superficie delle falde del tetto, senza alcuna deduzione dei vani per fumaioli, lucernai ed altre parti sporgenti della copertura, purché non superiori a 1,00 m2, viceversa tali vani verranno dedotti per intero.

3.26 - Consolidamento strutturale con materiali compositi

In caso di riparazioni con fibre composite, la superficie ripristinata verrà valutata misurandola a metro quadrato.

La qualità dell'intervento potrà essere verificata con prove di pull-off, indagini ultrasoniche e termografiche, secondo le indicazioni contenute nel capitolato speciale d'appalto. Ove possibile, verranno eseguite prove di carico prima e dopo l'intervento per valutarne l'efficacia, rilevando le deformazioni e lo stato tensionale del rinforzo sotto carico.

CAPO 2 – PRESCRIZIONI TECNICHE PER L'ESECUZIONE DI INDAGINI, SCAVI E DEMOLIZIONI

Art. 4 – Indagini conoscitive

Prima di dare inizio a qualsiasi tipo di lavorazione sul manufatto, l'appaltatore, come previsto negli elaborati di progetto o espressamente richiesto dalla D.L. in relazione a controlli e collaudi in corso d'opera, sarà tenuto ad effettuare su di essi tutte quelle operazioni che, finalizzate alla sistematica e scientifica acquisizione di dati certi inerenti le caratteristiche costruttive e geometriche degli elementi strutturali, lo stato di conservazione o i loro processi di alterazione e di degrado, queste ultime per consentire una diagnosi corretta ed accurata dei meccanismi che provocano il deperimento al fine d'intervenire su di essi con i rimedi più efficaci.
La caratterizzazione geometrica delle sezioni e degli elementi strutturali potrà essere eseguita direttamente dall'impresa appaltatrice secondo le indicazioni della D.L.
Le diagnosi specialistiche saranno effettuata commissionando, esclusivamente a laboratori riconosciuti ed autorizzati dagli organi preposti alla tutela del bene in oggetto, l'esecuzione di una specifica serie di prove di laboratorio e di analisi da svolgere "in situ". In presenza di manufatti di particolare interesse storico artistico il laboratorio dovrà eseguire le analisi su campioni di manufatto che dovranno essere prelevati o da personale di sua fiducia o da altra rappresentanza che assolva tale compito sotto il suo diretto controllo e secondo le modalità descritte nelle raccomandazioni NORMAL 3/80 redatte a cura dell'Istituto centrale del Restauro (Roma 1980) e riassunte qui di seguito:
– il campionamento deve essere effettuato solo su autorizzazione scritta dell'organismo che ha la tutela del manufatto
– il campionamento deve essere effettuato da chi eseguirà l'analisi o sotto la sua responsabilità
- il numero e l'entità dei prelievi devono essere minimi, compatibilmente con le finalità e rappresentatività.
Essi dovranno comunque permettere una valutazione del fenomeno che si vuole investigare, se non su basi statistiche almeno tenendo presente l'influenza di variabili come la quota, l'esposizione, l'alternanza di zone dilavate e non dalla pioggia, ecc. Le zone di prelievo devono essere scelte tenendo conto della necessità di non disturbare in alcun modo l'estetica del manufatto.
Copia del piano di lavoro, redatto sulla base delle finalità definite inizialmente e accompagnato da completa documentazione del campionamento effettuato, deve essere consegnata all'organismo che tutela il manufatto e conservata nel relativo fascicolo.
Durante il campionamento, oltre alle consuete cautele, sarà necessario non modificare lo stato originario del manufatto e dei luoghi non arrecando danno alcuno alle strutture. Inoltre, lo spostamento delle attrezzature per prelevare i campioni dal terreno o dalle murature avverrà nel massimo rispetto dello stato dei luoghi. Alla fine dei lavori dovrà essere effettuata la rimozione di qualsiasi residuo di lavorazione e la perfetta pulizia dei luoghi.

Tecniche e strumenti – Le indagini da effettuare sull'esistente potranno prevedere il prelievo di limitate porzioni del materiale da esaminare solo dietro specifica autorizzazione e quando, a parere della D.L. non sia possibile procedere in maniera differente al fine di acquisire nozioni indispensabili ai lavori di conservazione. In ogni caso non sarà autorizzato il ricorso sistematico a tecniche di tipo distruttivo. Le metodologie di indagine, infatti, verranno distinte e scelte in base alla loro effetto distruttivo al fine di privilegiare l'utilizzo delle tecniche non distruttive, o minimamente distruttive.
Le prove non distruttive si svolgeranno in situ senza la necessità di ricorrere a prelievi, mentre quelle minimamente distruttive andranno eseguite con prelievi di pochi grammi di materiale; questi ultimi potranno essere recuperati a terra, a seguito del loro avvenuto distacco, o in prossimità delle parti più degradate.
L'appaltatore, in ogni caso, dovrà evitare che gli interventi apparentemente non distruttivi, agendo direttamente sul manufatto con sollecitazioni di varia natura (elettromagnetica, acustica, radioattiva, ecc.), possono risultare dannosi se non andranno dosati opportunamente o se saranno usati in modo improprio.

Ogni tipo di indagine dovrà essere preventivamente concordata con la D.L. in relazione al tipo di lavori da effettuare e alla zona esatta in cui effettuare il prelievo. Particolari indagini ed analisi, ove richiesto, dovranno essere affidare ad istituti e laboratori specializzati che dovranno operare secondo la vigente normativa e conformemente alle più recenti indicazioni NORMAL o alle norme UNI Beni Culturali. La scelta degli operatori dovrà sempre concordata ed approvata dal progettista, dalla D.L. e dagli organi preposti alla tutela del bene oggetto dell'intervento.
In relazione ai diversi tipi di controlli diagnostici previsti negli elaborati di progetto, l'appaltatore, laddove l'esecuzione dei saggi dovesse avvenire ad altezze non raggiungibili dall'operatore, dovrà realizzare tutte le opere accessorie (ponteggi, ed opere provvisionali) che potranno consentire il posizionamento delle attrezzature e la periodica possibilità di accesso per la lettura dei dati. Dovrà altresì provvedere, qualora il tipo di indagine lo richieda, alla fornitura di energia elettrica, e al ripristino delle parti interessate ai prelievi dei campioni ai fini degli accertamenti anche se queste opere non siano comprese in un intervento più generale sulle superfici. L'appaltatore deve provvedere, qualora non vi siano ponteggi in opera e qualora la verifica richiesta interessi parti dell'edificio non altrimenti accessibili, a predisporre le opere provvisionali occorrenti per l'installazione dello strumento, per il controllo periodico, e per l'alimentazione elettrica necessaria alla centralina, qualora non autoalimentata tramite batteria. Nelle opere provvisionali saranno comprese tutte quelle opere, che in relazione alla diagnosi da effettuare, consentano di procedere all'esecuzione dell'indagine richiesta in piena sicurezza per gli operatori.

Art. 5 – Demolizioni e rimozioni

Prima dell'inizio di lavori di demolizione è fatto obbligo di procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e di stabilità delle varie strutture da demolire attraverso opportune campagne diagnostiche, secondo indicazioni della D.L. e sulla base di quanto riportato negli elaborati grafici.
In relazione al risultato di tale verifica devono essere eseguite le opere di rafforzamento e di puntellamento necessarie ad evitare che, durante la demolizione, si verifichino crolli intempestivi.
I lavori di demolizione devono procedere con cautela e con ordine dall'alto verso il basso e devono essere condotti in maniera da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti al lavoro e da non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento di quelle eventuali adiacenti, e in modo da non deteriorare i materiali risultanti, i quali tutti devono ancora potersi impiegare utilmente, sotto pena di rivalsa di danni a favore dell'Amministrazione appaltante, ricorrendo, ove occorra, al loro preventivo puntellamento. La successione dei lavori, quando si tratti di importanti ed estese demolizioni, deve risultare da apposito programma approvato dalla D.L. e concordato con la Direzione Sanitaria al fine di contenere le interferenze con le attività sanitarie presenti all'interno del fabbricato, il quale deve essere firmato dall'impresa appaltante e tenuto a disposizione degli Ispettori di lavoro. È vietato gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso convogliandoli in appositi canali il cui estremo inferiore non deve risultare ad altezza maggiore di due metri dal livello del piano di raccolta. I canali suddetti devono essere costruiti in modo che ogni tronco imbocchi nel tronco successivo; gli eventuali raccordi devono essere adeguatamente rinforzati. L'imboccatura superiore del canale deve essere sistemata in modo che non possano cadervi accidentalmente persone. Ove sia costituito da elementi pesanti od ingombranti, il materiale di demolizione deve essere calato a terra con mezzi idonei. 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 e compatibilmente con le condizioni al contorno e con le indicazioni della direzione lavori, 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. Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, saranno pure a cura e spese dell'Impresa, senza alcun compenso, ricostruite e rimesse in ripristino le parti indebitamente demolite. 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. 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.

Demolizione parti strutturali in elevazione

Per parti strutturali in elevazione si intendono le strutture portanti fuori terra dell'edificio o del manufatto oggetto di demolizione, siano esse orizzontali o verticali. La demolizione di queste parti dovrà avvenire a cura dell'Appaltatore una volta verificata la massima demolizione effettuabile di parti interne o esterne prive di funzione strutturale. Tale operazione ha lo scopo di alleggerire quanto più possibile la parte strutturale del carico che su di essa grava.

L'Appaltatore dovrà provvedere a puntellamenti, sbadacchiature ed altri accorgimenti come ponteggi, castelli, ecc. per la demolizione dei solai. È cura dell'Appaltatore valutare il più idoneo strumento di demolizione delle parti strutturali tenendo in considerazione la relazione con l'intorno e gli agenti di rischio da quest'azione conseguenti. In caso di contatto strutturale della parte portante orizzontale o verticale dell'edificio o del manufatto oggetto dell'intervento di demolizione con altri attigui che devono essere salvaguardati sarà cura dell'Appaltatore chiedere ed ottenere lo sgombero integrale degli occupanti tali edifici o manufatti limitrofi. L'Appaltatore curerà sotto la propria responsabilità ogni intervento utile a desolidarizzare le parti strutturali in aderenza con altri fabbricati intervenendo, qualora utile a suo giudizio, anche con il preventivo taglio dei punti di contatto. Prima della demolizione di parti strutturali in edifici che sono inseriti a contatto con altri sarà cura dell'Appaltatore testimoniare e accertarsi dello stato di integrità dei fabbricati aderenti, anche attraverso documentazione fotografica ed ogni altra attestazione che sia rivolta ad accertare lo stato degli stessi prima dell'intervento di demolizione.

CAPO 3 – PRESCRIZIONI SU QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

Art. 6 – Materie Prime

Art. 6.1 - Materiali in genere

Secondo quanto riportato al capitolo 11 delle NTC 2008, I materiali e prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili;
- qualificati sotto la responsabilità del produttore, secondo le procedure applicabili;
- accettati dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

In particolare, per quanto attiene l'identificazione e la qualificazione, possono configurarsi i seguenti casi:

A) materiali e prodotti per uso strutturale per i quali sia disponibile una norma europea armonizzata il cui riferimento sia pubblicato su 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 "Prodotti da costruzione" (CPD), recepita in Italia dal DPR 21/04/1993, n.246, così come modificato dal DPR 10/12/1997, n. 499;

B) materiali e 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 presenti norme. E' fatto salvo il caso in cui, nel periodo di coesistenza della specifica norma armonizzata, il produttore abbia volontariamente optato per la Marcatura CE;

C) materiali e prodotti per uso strutturale innovativi o comunque non citati nel presente capitolo e non ricadenti in una delle tipologie A) o B). In tali casi il produttore potrà pervenire alla Marcatura CE in conformità a Benestare Tecnici Europei (ETA), ovvero, in alternativa, dovrà essere in possesso di un Certificato di Idoneità Tecnica all'Impiego rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale sulla base di Linee Guida approvate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Ad eccezione di quelli in possesso di Marcatura CE, possono essere impiegati materiali o prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora dette specifiche garantiscano un livello di sicurezza equivalente a quello previsto nelle presenti norme. Tale equivalenza sarà accertata attraverso procedure all'uopo stabilite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, sentito lo stesso Consiglio Superiore. Per i materiali e prodotti recanti la Marcatura CE sarà onere del Direttore dei Lavori, in fase di accettazione, accertarsi del possesso della marcatura stessa e richiedere ad ogni fornitore, per ogni diverso prodotto, il Certificato ovvero Dichiarazione di Conformità alla parte armonizzata della specifica norma europea ovvero allo specifico Benestare Tecnico Europeo, per quanto applicabile. Sarà inoltre onere del Direttore dei Lavori verificare che tali prodotti rientrino nelle tipologie, classi e/o famiglie previsti nella detta documentazione. Per i prodotti non recanti la Marcatura CE, il Direttore dei Lavori dovrà accertarsi del possesso e del regime di validità dell'Attestato di Qualificazione (caso B) o del Certificato di Idoneità Tecnica all'impiego (caso C) rilasciato del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Le prove su materiali e prodotti devono generalmente essere effettuate da:

a) laboratori di prova notificati ai sensi dell'art.18 della Direttiva n.89/106/CEE;

b) laboratori di cui all'art.59 del DPR n.380/2001;

c) altri laboratori, dotati di adeguata competenza ed idonee attrezzature, appositamente abilitati dal Servizio Tecnico Centrale.

Qualora si applichino specifiche tecniche europee armonizzate, ai fini della marcatura CE, le attività di certificazione, ispezione e prova dovranno essere eseguite dai soggetti previsti nel relativo sistema di attestazione della conformità. I produttori di materiali, prodotti o componenti disciplinati nella presente norma devono dotarsi di adeguate procedure di

controllo di produzione in fabbrica. Per controllo di produzione nella fabbrica si intende il controllo permanente della produzione, effettuato dal fabbricante. Tutte le procedure e le disposizioni adottate dal fabbricante devono essere documentate sistematicamente ed essere a disposizione di qualsiasi soggetto od ente di controllo che ne abbia titolo. Il richiamo alle specifiche tecniche europee EN armonizzate, di cui alla Dir. 89/106/CEE ed al DPR 246/93, contenuto nella presente norma deve intendersi riferito all'ultima versione aggiornata, salvo diversamente specificato. Il richiamo alle specifiche tecniche volontarie EN, UNI e ISO contenute nella presente norma deve intendersi riferito alla data di pubblicazione se indicata, ovvero, laddove non indicata, all'ultima versione aggiornata.

Art. 6.2 - Acqua, calci aeree, calci idrauliche, leganti cementizi, pozzolane, gesso

a) Acqua - L'acqua dovrà essere dolce, limpida, priva di materie terrose, priva di sali (particolarmente solfati e cloruri) in percentuali dannose e non essere aggressiva. Nel caso in cui si rendesse necessario, dovrà essere trattata per permettere un grado di purità adatta all'intervento da eseguire, oppure additivata per evitare l'insorgere di reazioni chimico-fisiche con produzione di sostanze pericolose. L'acqua di impasto, ivi compresa l'acqua di riciclo, dovrà essere conforme alla norma norma UNI EN 1008: 2003.
b) 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 MgO.
Per le calci aeree devono essere soddisfatte le seguenti limitazioni, nelle quali le quantità sono espresse percentualmente in peso:

CALCI AEREE		Contenuto in CaO + MgO	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 /cmq	Residuo al vaglio da 4900 maglie/cmq	Prova di stabilità di volume
Calce grassa in zolle	2,5 mc./tonn.			
Calce	1,5 mc./tonn.			

magra in zolle				
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.

c) Calci idrauliche e cementi.

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 MgO	Contenuto in carbonati	Rapporto di costituzione	Contenuto in Mno	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	5%	5%			5%	2,5%

artificiale siderurgica in polvere						

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/cmq	10 Kg/cmq	sì
Calce eminentemente idraulica naturale o artificiale	10 Kg/cmq	100 Kg/cmq	sì
Calce idraulica artificiale pozzolanica	10 Kg/cmq	100 Kg/cmq	sì
Calce idraulica artificiale siderurgica	10 Kg/cmq	100 Kg/cmq	sì

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

1) lasciare sul setaccio da 900 maglie/cmq un residuo percentuale in peso inferiore al 2% e sul setaccio da 4900 maglie/cmq un residuo inferiore al 20%;

2) 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;

3) 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

Art. 6.3 - Cementi

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: 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*: prodotto ottenuto con la macinazione di clinker costituito essenzialmente da alluminati idraulici di calcio (l'impiego di cemento alluminoso è escluso dalle presenti opere).

e) *Cementi per sbarramenti di ritenuta*: cementi normali, 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 decreto del Presidente della Repubblica 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:

1) a lenta presa;

2) 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 dev'essere non inferiore a 300 kg per mc di miscuglio secco di materia inerte (sabbia e ghiaia o pietrisco); per il cemento alluminoso la dosatura minima può essere di 250 kg per mc.

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 NORMALI E AD ALTA RESISTENZA	Resistenza a flessione:				Resistenza a compressione				
	Dopo 24 ore Kg/cm²	Dopo 3 giorni Kg/cm²	Dopo 7 giorni Kg/cm²	Dopo 28 giorni Kg/cm²	Dopo 24 ore Kg/cm²	Dopo 3 giorni Kg/cm²	Dopo 7 giorni Kg/cm²	Dopo 28 giorni Kg/cm²	Dopo 90 giorni Kg/cm²
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	-

CEMENTO ALLUMINOSO	175	60	-	80	175	325	-	525	-
CEMENTI PER SBARRAMENTI DI RITENUTA	-	-	-	-	-	-	-	225	350

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

CEMENTI NORMALI E AD ALTA RESISTENZA E CEMENTI PER SBARRAMENTI DI TENUTA		Perdita al fuoco	Residuo insolubile	Contenuto di SO_3	contenuto di MgO	risultato positivo del saggio di pozzolanicità	contenuto di zolfo da solfuri	contenuto di Al_2O_3
Portland	Normale	< 5	< 3	< 3,5	< 4	---	---	---
	Ad alta resistenza	< 5	< 3	< 4	< 4	---	---	---
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 5	< 3	< 4	< 4	---	---	---
Pozzolanico	Normale	< 7	< 16	< 3,5	< 3 *	Sì	---	---
	Ad alta resistenza	< 7	< 16	< 4	< 3 *	Sì	---	---
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 7	< 16	< 4	< 3 *	Sì	---	---
D'altoforno	Normale	< 5	< 3	< 3,5	< 7**	---	< 2	---
	Ad alta resistenza	< 5	< 3	< 4	< 7**	---	< 2	---
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 5	< 3	< 4	< 7**	---	< 2	---
CEMENTO ALLUMINOSO	Normale	< 5	< 3	< 3	< 3	---	< 2	< 35
	Ad alta resistenza	< 5	< 3	< 3	< 3	---	< 2	< 35
	Ad alta resistenza e rapido indurimento	< 5	< 3	< 3	< 3	---	< 2	< 35
AGGLOMERATO CEMENTIZIO		---	---	< 3,5	< 4	---	---	---

[*] Solubile in HC1

[**] È ammesso per il cemento d'alto forno anche un contenuto di MgO 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 MgO 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 (CEM II/A-S; CEM II/A-D; CEM II/A-P; CEM II/A-Q; CEM II/A-V; CEM II/A-W; CEM II/A-T; CEM II/A-L; CEM II/B-L; CEM II/A-M)	
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.

Trattandosi di opere strutturali realizzate secondo le prescrizioni delle NTC 2008 devono impiegarsi esclusivamente i leganti idraulici previsti dalle disposizioni vigenti in materia, dotati

di certificato di conformità - rilasciato da un organismo europeo notificato - ad una norma armonizzata della serie UNI EN 197 ovvero ad uno specifico Benestare Tecnico Europeo (ETA), purchè idonei all'impiego previsto nonchè, per quanto non in contrasto, conformi alle prescrizioni di cui alla Legge 26/05/1965 n.595.
È escluso l'impiego di cementi alluminosi.
I cementi, gli agglomeranti cementizi e le calci idrauliche in polvere debbono essere forniti o:

a) in sacchi sigillati;

b) in imballaggi speciali a chiusura automatica a valvola che non possono essere aperti senza lacerazione;

c) 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. Il sigillo 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:

a) la qualità del legante;

b) lo stabilimento produttore;

c) la quantità d'acqua per la malta normale;

d) 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.

Art. 6.4 - Inerti normali e speciali

Inerti ed aggregati

Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1. Il sistema di attestazione della conformità di tali aggregati, ai sensi del DPR n.246/93 è indicato nella Tab. 11.2.II delle NTC 2008. È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tab. 11.2.III, delle NTC 2008, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma europea armonizzata UNI EN 12620, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione. Gli inerti, naturali o di frantumazione, devono essere costituiti da elementi non gelivi e non friabili, privi di sostanze organiche, limose ed argillose, di gesso, ecc., in proporzioni nocive all'indurimento del conglomerato od alla conservazione delle armature. Gli inerti, quando non espressamente stabilito, possono provenire da cava in acqua o da fiume, a seconda della località dove si eseguono i lavori ed in rapporto alle preferenze di approvvigionamento: in ogni caso dovranno essere privi di sostanze organiche, impurità ed elementi eterogenei. Gli aggregati devono essere disposti lungo una corretta curva granulometrica, per assicurare il massimo riempimento dei vuoti interstiziali. Tra le caratteristiche chimico-fisiche degli aggregati occorre considerare anche il contenuto percentuale di acqua, per una corretta definizione del rapporto a/c, ed i valori di peso

specifico assoluto per il calcolo della miscela d'impasto. La granulometria inoltre dovrà essere studiata scegliendo il diametro massimo in funzione della sezione minima del getto, della distanza minima tra i ferri d'armatura e dello spessore del copriferro. La ghiaia o il pietrisco devono avere dimensioni massime commisurate alle caratteristiche geometriche della carpenteria del getto ed all'ingombro delle armature. Gli inerti normali sono, solitamente, forniti sciolti; quelli speciali possono essere forniti sciolti, in sacchi o in autocisterne. Entrambi vengono misurati a metro cubo di materiale assestato su automezzi per forniture di un certo rilievo, oppure a secchie, di capacità convenzionale pari ad 1/100 di metro cubo nel caso di minimi quantitativi.

Sabbia – La sabbia naturale od artificiale da miscelare alle malte (minerali o sintetiche) sia essa silicea quarzosa, granitica o calcarea, non solo dovrà essere priva di sostanze inquinanti ma anche possedere una granulometria omogenea (setaccio UNI 2332) e provenire da rocce ad alte resistenze meccaniche. La sabbia, all'occorenza, dovrà essere lavata onde eliminare qualsiasi sostanza nociva.

Sabbia per murature ed intonaci – Dovrà essere costituita da grani di dimensioni tali da passare attraverso un setaccio con maglie circolari del diametro Dovrà' essere costituita da grani di dimensioni tali da passare attraverso un setaccio con maglie circolari dal diametro di mm. 2 per murature in genere e dal diametro di mm. 1 per intonaci e murature di paramento o in pietra da taglio (setaccio 2-1 UNI 2332). È facoltà dell'appaltante ordinare all'appaltatore una granulometria ben definita per l'ottenimento di veli d'intonaco identici a quelli originali.

Sabbia per conglomerati – Dovranno corrispondere a requisiti del D.M.03.06.1968, all.1 punto 2 e al D.M. 14.02.1992. I grani dovranno avere uno spessore compreso tra 0,1 e 5 mm. (UNI 2332 ed essere adeguati alla destinazione del getto ed alle condizioni di posa in opera (UNI 85230). Per il confezionamento di calcestruzzi e di malte potranno essere usati sia materiali lapidei con massa volumica compresa fra i valori di 2.100 e 2.990 kg/mc sia aggregati leggeri aventi massa volumica inferiore a 1.700 kg/mc. Sarà assolutamente vietato l'uso di sabbie marine.

Ghiaia e pietrisco - Per la qualità di ghiaie e pietrischi da impiegarsi nella formazione dei calcestruzzi valgono le stesse norme prescritte per le sabbie. In base al r.d. n. 2229 del 16 novembre 1939, capo II, la ghiaia deve essere ad elementi puliti di materiale calcareo o siliceo, bene assortita, formata da elementi resistenti e non gelivi, scevra da sostanze estranee, da parti friabili, terrose, organiche o comunque dannose. La ghiaia deve essere lavata con acqua dolce, qualora ciò sia necessario per eliminare le materie nocive. Qualora invece della ghiaia si adoperi pietrisco questo deve provenire dalla frantumazione di roccia compatta, durissima, silicea o calcarea pura e di alta resistenza alle sollecitazioni meccaniche, esente da materie terrose, sabbiose e, comunque, eterogenee, non gessosa né geliva, non deve contenere impurità né materie pulverulenti, deve essere costituito da elementi, le cui dimensioni soddisfino alle condizioni indicate per la ghiaia. Il pietrisco dev'essere lavato con acqua dolce qualora ciò sia necessario per eliminare materie nocive. Le dimensioni degli elementi costituenti ghiaie e pietrischi dovranno essere tali da passare attraverso un vaglio di fori circolari del diametro:

– di 5 cm se si tratta di lavori di fondazione o di elevazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimenti di scarpe e simili;

– di 4 cm se si tratta di volti di getto;

– di 3 cm se si tratta di cappe di volti o di lavori in cemento armato od a pareti sottili.

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

Se il cemento adoperato è alluminoso, è consentito anche l'uso di roccia gessosa, quando l'approvvigionamento d'altro tipo risulti particolarmente difficile e si tratti di roccia compatta, non geliva e di resistenza accertata.

Pomice - La pomice dovrà presentare struttura granulare a cavità chiuse, con superfici scabre, dovrà essere asciutta, scevra da sostanze organiche, da polvere o da altri elementi estranei.

Il peso specifico apparente medio della pomice non dovrà essere superiore a 660 kg/m^3.

Per il controllo granulometrico sarà obbligo dell'appaltatore approvvigionare, emettere a disposizione della D.L. i crivelli UNI2334.

Aggregati per conglomerato cementizio – Sono idonei alla produzione di calcestruzzo per uso strutturale gli aggregati ottenuti dalla lavorazione di materiali naturali, artificiali, ovvero provenienti da processi di riciclo conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 12620 e, per gli aggregati leggeri, alla norma europea armonizzata UNI EN 13055-1. Il sistema di attestazione della conformità di tali aggregati, ai sensi del DPR n.246/93 è indicato nella Tab. 11.2.II del D.M.2008.

È consentito l'uso di aggregati grossi provenienti da riciclo, secondo i limiti di cui alla Tab. 11.2.III del D.M.2008, a condizione che la miscela di calcestruzzo confezionata con aggregati riciclati, venga preliminarmente qualificata e documentata attraverso idonee prove di laboratorio. Per tali aggregati, le prove di controllo di produzione in fabbrica di cui ai prospetti H1, H2 ed H3 dell'annesso ZA della norma europea armonizzata UNI EN 12620, per le parti rilevanti, devono essere effettuate ogni 100 tonnellate di aggregato prodotto e, comunque, negli impianti di riciclo, per ogni giorno di produzione.

Si deve fare riferimento alle prescrizioni riportate nelle norme UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-2:2005 al fine di individuare i requisiti chimico-fisici, aggiuntivi rispetto a quelli fissati per gli aggregati naturali, che gli aggregati riciclati devono rispettare, in funzione della destinazione finale del calcestruzzo e delle sue proprietà prestazionali (meccaniche, di durabilità e pericolosità ambientale, ecc.), nonché quantità percentuali massime di impiego per gli aggregati di riciclo, o classi di resistenza del calcestruzzo, ridotte rispetto a quanto previsto nella tabella sopra esposta. Per quanto riguarda gli eventuali controlli di accettazione da effettuarsi a cura del Direttore dei Lavori, questi sono finalizzati almeno alla determinazione delle caratteristiche tecniche riportate nella Tab. 11.2.IV. I metodi di prova da utilizzarsi sono quelli indicati nelle Norme Europee Armonizzate citate, in relazione a ciascuna caratteristica.

Il progetto, nelle apposite prescrizioni, potrà fare utile riferimento alle norme UNI 8520-1:2005 e UNI 8520-2:2005, al fine di individuare i limiti di accettabilità delle caratteristiche tecniche degli aggregati.

Aggiunte e additivi per calcestruzzo- Nei calcestruzzi è ammesso l'impiego di aggiunte, in particolare di ceneri volanti, loppe granulate d'altoforno e fumi di silice, purché non ne vengano modificate negativamente le caratteristiche prestazionali. Le ceneri volanti devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 450-1. Per quanto riguarda l'impiego si potrà fare utile riferimento ai criteri stabiliti dalle norme UNI EN 206- 1:2006 ed UNI 11104:2004. I fumi di silice devono soddisfare i requisiti della norma europea armonizzata UNI EN 13263-1

Gli additivi devono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 934-2.

Art. 6.5 - Materiali ferrosi e metalli vari

Materiali ferrosi- I materiali ferrosi dovranno presentare caratteristiche di ottima qualità essere privi di difetti, scorie, slabbrature, soffiature, ammaccature, soffiature, bruciature, paglie e da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura, fucinatura e simili; devono inoltre essere in stato di ottima conservazione e privi di ruggine. Sottoposti ad analisi chimica devono risultare esenti da impurità e da sostanze anormali.

La loro struttura micrografica deve essere tale da dimostrare l'ottima riuscita del processo metallurgico di fabbricazione e da escludere qualsiasi alterazione derivante dalla successiva lavorazione a macchina od a mano che possa menomare la sicurezza d'impiego.

Si dovrà tener conto delle prescrizioni riportate nelle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14.01.2008 e relativa Circolare esplicativa n.617 del 02.02.2009.

Acciaio – La norma di riferimento prescrive 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 eseguirisi sui lotti di spedizione.

Dovranno essere rispettate le procedure di controllo, qualificazione, identificazione, tracciabilità riportate al paragrafo 11.3.1.1. della normativa vigente.

Acciaio da cemento armato normale E' ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure riportate al paragrafo 11.3.1.2 delle NTC 2008. L'Acciaio per opere in c.a. tipo B 450 C dovrà essere fornito dal centro di trasformazione dotato di attestato di sistema di gestione della qualità, secondo la norma UNI EN ISO 9001:2008 rilasciato da organismo terzo indipendente (ICMQ di Milano) asseverato dal Servizio Tecnico centrale del Consiglio superiore dei LL.PP., nel rispetto di quanto prescritto dal D.M. 14/1/2008. L'acciaio per cemento armato B450C è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura utilizzate nei calcoli:

$f_{y\,nom}$= 450 N/mm^2
$f_{t\,nom}$= 540 N/mm^2

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
$(f_t/f_y)_k$	≥1,15 <1,35	10.0
$(f_y/f_{ynom})_k$	≤ 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: $\phi < 12$ mm $12 \leq \phi \leq 16$ mm per $16 < \phi \leq 25$ mm per $25 < \phi \leq 40$ mm	 4ϕ 5 ϕ 8 ϕ 10 ϕ	

L'acciaio per opere in c.a. B450A è caratterizzato dai medesimi valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio B450C e deve rispettare i seguenti parametri:

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
$(f_t/f_y)_k$	≥1,05	10.0
$(f_y/f_{ynom})_k$	≤ 1,25	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$:	≥ 2,5 %	10.0

Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche: per $\phi \leq 10$ mm	4ϕ	

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche di cui alle precedenti tabelle vale quanto indicato nella norma UNI EN ISO 15630-1: 2004.

Per acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche sono 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 sostituisce *fy* con *f(0,2)*. La prova di piegamento e raddrizzamento si esegue alla temperatura di 20 ± 5 °C piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 60 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.

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. Prima della fornitura in cantiere gli elementi di cui sopra possono essere saldati, presagomati (staffe, ferri piegati, ecc.) o preassemblati (gabbie di armatura, ecc.) a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera.

La sagomatura e/o l'assemblaggio possono avvenire:

- in cantiere, sotto la vigilanza della Direzione Lavori;
- in centri di trasformazione, solo se provvisti dei requisiti di cui al § 11.3.1.7. delle NTC 2008.

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.

Per quanto riguarda la marchiatura dei prodotti vale quanto indicato al § 11.3.1.4. delle NTC 2008. Per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato al § 11.3.1.5 Le barre sono caratterizzate dal diametro Φ della barra tonda liscia equipesante, calcolato nell'ipotesi che la densità dell'acciaio sia pari a 7,85 kg/dm^3.

Gli acciai B450C, possono essere impiegati in barre di diametro Φ compreso tra 6 e 40 mm. Per gli acciai B450A, il diametro Φ delle barre deve essere compreso tra 5 e 10 mm.

L'uso di acciai forniti in rotoli è ammesso, senza limitazioni, per diametri fino a Φ≤16 mm per B450C e fino a Φ≤10 mm per B450A.

Reti e tralicci elettrosaldati - Gli acciai delle reti e tralicci elettrosaldati devono essere saldabili.L'interasse delle barre non deve superare 330 mm. I tralicci sono dei componenti reticolari composti con barre ed assemblati mediante saldature. Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450C gli elementi base devono avere diametro Φ che rispetta la limitazione: 6 mm ≤ Φ ≤ 16 mm. Per le reti ed i tralicci costituiti con acciaio B450A gli elementi base devono avere diametro Φ che rispetta la limitazione: 5 mm ≤ Φ ≤ 10 mm.

Il rapporto tra i diametri delle barre componenti reti e tralicci deve essere:

Φ min / Φ Max ≥0,6

I nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la norma UNI EN ISO 15630-2:2004 pari al 25% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore sulla tensione di snervamento pari a 450 N/mm^2. Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo, va 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:

a) da acciai provvisti di specifica qualificazione;

b) 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, secondo le procedure di cui al punto 11.3.2.11.

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 annegamento nel calcestruzzo.

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 forniturain 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.

Acciaio per carpenteria metallica

Le strutture in acciaio dovranno rispondere alle norme tecniche del D.M. 14 gennaio 2008 e a quelle di seguito riportate:

– D.M. LL.PP. 9 gennaio 1996, "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche";

– Circ. M. LL.PP. 15 ottobre 1996, n. 252 AA.GG./S.T.C., "Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per strutture metalliche di cui al D.M. 9 gennaio 1996",

– D.M. 4 maggio 1990, "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali";

– Circ. M. LL.PP. 25 febbraio 1991, n. 34233, "Istruzione per l'applicazione delle norme tecniche di cui al D.M. 4 maggio 1990".

– Norma tecnica C.N.R.-U.N.I. 10011-86, "Costruzioni in acciaio – Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione"

A) ELEMENTI STRUTTURALI IN ACCIAIO

L'Appaltatore dovrà comunicare per iscritto al Direttore dei lavori, prima dell'approvvigionamento, la provenienza dei materiali, in modo da consentire i controlli, anche nell'officina di lavorazione, secondo quanto prescritto dal D.M. 14 gennaio 2008, dalle norme U.N.I. e da altre norme eventualmente interessanti i materiali di progetto. Il Direttore dei lavori si riserva il diritto di far eseguire un premontaggio in officina per quelle strutture o parti di esse che riterrà opportuno, procedendo all'accettazione provvisoria dei materiali entro 10 giorni dalla comunicazione dell'Appaltatore di ultimazione dei vari elementi. Prima del collaudo finale l'Appaltatore dovrà presentare una relazione dell'I.I.S. o del R.I.N.A. o altro

Ente qualificato che accerti i controlli effettuati in corso d'opera sulle saldature e relative modalità e strumentazioni.

Durante le varie fasi, dal carico al trasporto, scarico, deposito, sollevamento e montaggio, si dovrà avere la massima cura affinché non vengano superati i valori di sollecitazione, sia generali, sia locali, indotti dalle varie operazioni rispetto a quelli verificati nel progetto per ciascuna singola fase, ad evitare deformazioni che possano complicare le operazioni finali di messa in opera.

I fori che risultino disassati andranno alesati, e qualora il diametro del foro risulti superiore anche alla tolleranza di cui al D.M. 14 gennaio 2008, si avrà cura di impiegare un bullone di diametro superiore. Nei collegamenti in cui l'attrito contribuisce alla resistenza di calcolo dell'elemento strutturale si prescrive la sabbiatura a metallo bianco non più di due ore prima dell'unione. Nelle unioni bullonate l'Appaltatore effettuerà un controllo di serraggio sul 10% del numero dei bulloni alla presenza del Direttore dei lavori.

B) ACCIAI PER STRUTTURE IN CARPENTERIA

Per quanto riguarda le caratteristiche dei materiali dovranno essere rispettate le seguenti indicazioni:

- Acciaio S 275 (ex Fe 430) conforme a UNI EN 10025-2
- Bulloneria ad alta resistenza conforme per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968 di classe 8.8 UNI EN ISO 898-1:2001 come recepito all'art.11.3.4.6.1 delle NTC2008 e riportato nelle tabelle 11.3.XII.a/b (riportate a seguire) della suddetta normativa tecnica per le costruzioni.

Tabella 11.3.XII.a

	Normali			Ad alta resistenza	
Vite	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Dado	4	5	6	8	10

Tabella 11.3.XII.b

Classe	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
f_{yb} (N/mm^2)	240	300	480	649	900
f_{tb} (N/mm^2)	400	500	600	800	1000

E' consentito l'impiego di acciai e metalli diversi da quelli sopra riportati purché venga garantita all'opera, con adeguata documentazione teorica e sperimentale, un non minore livello di sicurezza dal punto di vista della resistenza statica, della resistenza a fatica e della durabilità.

C) ESECUZIONE DELLE STRUTTURE PRINCIPALI E SECONDARIE

I materiali base dovranno essere forniti con certificato secondo il D.M.. LL.PP. 14/01/08 e dovranno essere identificabili presso il Costruttore; l'Amministrazione si riserva comunque di effettuare prelievi di campioni da sottoporre ad analisi chimiche e prove meccaniche con oneri a carico dell'Appaltatore. I costruttori della carpenteria saldata dovranno in generale rispettare i requisiti della norma EN 729-3 (o 729-2 se qualificati in accordo alle norme ISO-EN 9000), con particolare riferimento ai seguenti punti:

- disponibilità di personale addetto alle attività di saldatura competente e con specifica conoscenza delle normative richiamate nelle presenti prescrizioni;
- disponibilità di attrezzature per la preparazione, la saldatura, la movimentazione ed il montaggio delle strutture;
- applicazione di procedure adeguate per lo stoccaggio e l'identificazione del materiale base ed eventuale rintracciabilità;

- applicazione di procedure adeguate per lo stoccaggio ed il condizionamento dei materiali d'apporto;
- preparazione di un piano di fabbricazione e controlli con la raccolta delle specifiche di saldatura che verranno utilizzate in produzione.

Le strutture metalliche, relativamente a trattamenti di protezione dalla corrosione delle strutture (zincatura a caldo e/o verniciatura per i casi in cui non sia previsto l'utilizzo di CORTEN) e saldature dovranno essere eseguite sotto la insindacabile supervisione dell'Istituto Italiano della Saldatura IIS o altro Ente qualificato (con oneri a carico dell'Appaltatore) che provvederà ad eseguire i controlli non distruttivi (con oneri a carico dell'Appaltatore), aventi funzione di verifiche in corso d'opera, con proprio personale certificato come "Ispettore di saldatura e controlli".

La redazione degli elaborati grafici "esecutivi di officina" sono a carico dell'Appaltatore ed andranno sottoposti alla insindacabile approvazione del Direttore Lavori e dell'Istituto Italiano della Saldatura o altro Ente qualificato. L'Ente qualificato dovrà rilasciare, a conclusione lavori, una relazione che attesti la conformità dell'opera alle normative vigenti ed al presente Capitolato.

a) Prescrizioni generali

Tutti i metalli dovranno essere lavorati con regolarità di forme e di dimensioni, nei limiti delle tolleranze consentite ed in accordo con le prescrizioni della normativa specifica. Le operazioni di piegatura e spianamento dovranno essere eseguite per pressione; qualora fossero richiesti, per particolari lavorazioni, interventi a caldo, questi non dovranno creare concentrazioni di tensioni residue. I tagli potranno essere eseguiti meccanicamente o ad ossigeno, nel caso di irregolarità queste verranno rifinite con la smerigliatrice. I fori per i bulloni saranno eseguiti con il trapano, oppure con punzone ma solo per spessori inferiori ai 12 mm. Non è consentito l'uso della fiamma ossidrica per le operazioni di foratura.

I giunti e le unioni degli elementi strutturali e dei manufatti verranno realizzati con:

a) saldature eseguite ad arco, automaticamente o con altri procedimenti approvati dalla Direzione Lavori e dall'I.I.S o altro Ente qualificato.
b) bullonatura che verrà eseguita, dopo un'accurata pulizia, con bulloni conformi alle specifiche prescrizioni e fissati con rondelle e dadi adeguati all'uso; le operazioni di serraggio dei bulloni dovranno essere effettuate con una chiave dinamometrica o con sistemi tarati di serraggio ; le verifiche dovranno essere effettuate con chiave dinamometria con certificato di taratura con data non anteriore ad un anno;

La posa in opera dei manufatti comprenderà la predisposizione ed il fissaggio, dove necessario, di zanche metalliche per l'ancoraggio degli elementi alle superfici di supporto e tutte le operazioni connesse a tali lavorazioni.

Tutte le strutture in acciaio dovranno essere realizzate in conformità alle già citate leggi e normative vigenti per tali opere.

b) Prescrizioni particolari

Per il montaggio delle strutture metalliche viene precisato che:

- per le giunzioni in opera con bulloni ad alta resistenza, salvo che non sia diversamente specificato, devono essere applicate le leggi e le norme vigenti relative alle prescrizioni per l'esecuzione dei collegamenti ad attrito con bulloni ad alta resistenza.
- Per le giunzioni in officina ed in opera realizzate mediante saldatura devono essere seguite le prescrizioni di seguito riportate e le istruzioni dell'Istituto Italiano della Saldatura o altro Ente qualificato. In caso di conflitto fra le suddette prescrizioni ed istruzioni e quanto previsto a progetto, l'Appaltatore comunicherà il fatto all D.L. che dirimerà la questione di concerto con l'Ente qualificato, il quale fornirà tempestivamente le proprie considerazioni sulle metodologie da seguire e interverrà in officina ed in cantiere secondo un programma che verrà concordato con

l'Amministrazione e reso noto all'Appaltatore. L' Ente qualificato effettuerà i necessari controlli sulle saldature a suo insindacabile giudizio sia nella quantità che nei metodi, ed avrà nei confronti dell'Appaltatore le stesse prerogative della Direzione Lavori di cui viene considerato parte integrante.

L'Appaltatore ha quindi l'obbligo di uniformarsi alle direttive che l'IIS emanerà.

- Salvo che non sia diversamente indicato nel progetto, il sistema di montaggio viene lasciato alla libera scelta dell'Appaltatore il quale, però, deve precisare già in sede di offerta, e concordare con il Progettista delle opere, tutti i dettagli necessari a chiarimento del metodo di montaggio prescelto. La Direzione Lavori potrà approvare o meno la metodologia proposta in funzione delle caratteristiche del progetto. Tutte le opere provvisionali, varianti, modifiche ed aggiunte, rinforzi, predisposizione anche dal punto di vista logistico (quale acquisizioni ed adeguamento delle aree di cantiere) od altro che si rendesse necessario per il montaggio delle strutture sono a carico dell'Appaltatore sia dal punto di vista progettuale che esecutivo.

c) Controventature

L'Appaltatore ha l'obbligo e l'onere di installare le eventuali controventature provvisorie, anche se non previste sui disegni, ma necessarie per il corretto montaggio delle strutture. Resta a carico dell'Appaltatore la rimozione di dette controventature provvisorie. La rimozione di dette controventature provvisorie di cantiere deve essere effettuata a tempo opportuno, facendo obbligo all'Appaltatore di informare prima l'Amministrazione e di rimuovere comunque sotto la propria unica e completa responsabilità.

d) Tolleranze

Salvo quanto maggiormente dettagliato nel progetto, viene ammessa la tolleranza dell'1°/°° (uno per mille) per ogni elemento di struttura sia verticale che orizzontale, senza che gli scarti tollerati, tra elementi contigui, si sommino. Qualora ciò non si verificasse l'Appaltatore deve provvedere, a propria cura e spese, a tutto quanto necessario per eliminare l'inconveniente procedendo a controlli di verticalità, orizzontalità ed al controllo delle diagonali.

e) Saldature

Le procedure di saldatura dovranno essere certificate in conformità ai criteri del D.M. 14/01/08 e di regola con le modalità della norma UNI-EN 288-3. Fa eccezione il procedimento di saldatura manuale con elettrodi a rivestimento basico omologati secondo UNI 5132.

I saldatori dovranno essere certificati da Ente qualificato e di gradimento dell'Amministrazione, secondo UNI-EN 287-1 o altre normative nazionali.

1) L'Appaltatore non può iniziare la saldatura in officina ed in cantiere senza aver ottenuto l'approvazione del piano di fabbricazione da parte dell'Amministrazione e dell'Istituto Italiano della Saldatura o altro Ente qualificato.
2) L'Appaltatore ha l'obbligo di descrivere i procedimenti di saldatura che si intende adottare, il tipo di elettrodi per la saldatura manuale, fili e flussi per i procedimenti speciali ed il nome dei saldatori con il relativo numero di punzone, con il quale punzonare tutti i cordoni di saldatura eseguiti.
3) Gli elettrodi per la saldatura manuale devono essere del tipo basico, adatti al materiale base, omologati secondo UNI 5132 e impiegati con corrente continua e con il polo positivo alla pinza.
4) Gli elettrodi devono essere essiccati in forno a 350° C e per almeno due ore prima dell'uso e quindi mantenuti a 100° C, fino al momento dell'impiego, in appositi fornetti trasportabili.
5) Il massimo diametro di elettrodo da usare è:
   - in piano diametro 5 mm
   - in verticale diametro 4 mm.

6) Il flusso usato nelle saldature ad arco sommerso deve essere ben asciutto e esente da contaminazioni. A meno che non sia racchiuso in recipienti sigillati atti a proteggerlo efficacemente dall'umidità, il flusso deve essere condizionato come gli elettrodi rivestiti (vedere punto 4). Il flusso non fuso potrà essere recuperato e riutilizzato, miscelato con flusso nuovo, in percentuale 30% e 70% rispettivamente.
7) La temperatura di preriscaldo deve essere scelta in funzione della temperatura ambientale, del tipo di acciaio e degli spessori in gioco, del tipo di procedimento di saldatura e della complessità del giunto e deve essere sufficiente a far sì che la durezza Vickers HV 30, nella zona termicamente alterata del metallo base, non superi il valore di 350 Kg/mmq.
8) In ogni caso la temperatura di preriscaldo non deve essere inferiore ai seguenti valori:

- Acciaio S 275
  Spessore minore di 25 mm: 40° C con temperatura ambiente min. 0° C
  Spessore da 25 a 50 mm: 40° C con temperatura ambiente min. 5° C
  Spessore maggiore di 50 mm: 75° C (minimo)
- Acciaio S 355
  Spessore minore di 25 mm: 40° C con temperatura ambiente min. 0° C
  Spessore da 25 a 50 mm: 75° C (minimo)
  Spessore maggiore di 50 mm: 100° C (minimo)

Il preriscaldo deve essere fatto anche per la saldatura di opere provvisorie e per l'imbastitura.

9) Non si può saldare all'aperto quando piove né si può saldare sia all'aperto che al coperto quando l'atmosfera è molto umida (mattino presto, sera avanzata, dopo un periodo di pioggia, etc);
10) Per le saldature in arco sommerso, è necessario far precedere la testa saldante da una torcia accesa per eliminare ogni traccia di umidità. Per gli altri procedimenti di saldatura è necessario farlo tutte le volte che le condizioni ambientali lo richiedono.

Controlli sulle saldature

La saldatura degli acciai dovrà avvenire con uno dei procedimenti all'arco elettrico codificati secondo la norma UNI EN ISO 4063:2001. 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 287-1:2004 da parte di un Ente terzo. A deroga di quanto richiesto nella norma UNI EN 287-1:2004, 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 1418:1999. Tutti i procedimenti di saldatura dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN ISO 15614-1:2005. 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 ad innesco sulla punta) si applica la norma UNI EN ISO 14555:2001; valgono perciò i requisiti di qualità di cui al prospetto A1 della 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 1011:2005 parti 1 e 2 per gli acciai ferritici e della parte 3 per gli acciai inossidabili. Per la preparazione dei lembi si applicherà, salvo casi particolari, la norma UNI EN ISO 9692 1:2005. 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 5817:2004 e il livello B per strutture soggette a fatica.

L'entità ed il tipo di tali controlli, distruttivi e non distruttivi, in aggiunta a quello 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 (ad es. liquidi penetranti o polveri magnetiche), mentre per i giunti a piena penetrazione, 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 ed i livelli di accettabilità si potrà fare utile riferimento alle prescrizioni della norma UNI EN 12062:2004. Tutti gli operatori che eseguiranno i controlli dovranno essere qualificati secondo la norma UNI EN 473:2001 almeno di secondo livello. In relazione alla tipologia dei manufatti realizzati mediante giunzioni saldate, il costruttore deve essere certificato secondo la norma UNI EN ISO 3834:2006 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. I requisiti sono riassunti nel Tab. 11.3.XI di seguito riportata. 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.

In generale, le saldature dovranno essere tutte controllate visivamente al 100%; inoltre, i cordoni d'angolo e a parziale penetrazione dovranno essere controllati con magnetoscopia al 10%; i giunti a "T" a piena penetrazione dovranno essere controllati al 20% con magnetoscopia e al 100% con radiografie o ultrasuoni. Eventuali riduzioni o estensioni dei controlli saranno valutate dalla Direzione Lavori in funzione dei risultati ottenuti. Per quanto concerne i criteri di accettabilità dei difetti all'esame visivo e magnetoscopico si farà riferimento ai criteri generali contenuti nel D.M. 14/01/2008 integrati dalla norma UNI-EN 25817 raggr. B e C. Per quanto concerne il controllo radiografico valgono le prescrizioni del suddetto D.M. (norme di riferimento UNI 7278 raggr. B per i giunti tesi e F per i giunti compressi). Nei casi di controllo a ultrasuoni, in mancanza di indicazioni precise nel D.M., si farà comunque riferimento alla UNI-EN 25817 Raggr. B (giunti tesi) e C (giunti compressi.

Per l'esame con ultrasuoni di nodi tubolari saldati a piena penetrazione si farà riferimento a quanto indicato nella norma AWS D 1.1-96.

1) Tutti i cordoni di saldatura devono essere punzonati con il numero del saldatore che ha eseguito il giunto
2) E' cura dei tecnici dell'Appaltatore eseguire un accurato controllo visivo di tutti i cordoni di saldatura con lo scopo di verificare la correttezza dell'esecuzione, la rispondenza delle dimensioni del cordone di saldatura ai disegni, la presenza di eventuali difetti esterni o interni affioranti.
3) Sono a totale carico dell'Appaltatore le riparazioni dei cordoni difettosi, il controllo dopo la riparazione e i controlli di estensione.
4) Per i controlli non distruttivi di cordoni d'angolo a totale o parziale penetrazione vale quanto segue:
    - qualsiasi tipo di cricca è un difetto inaccettabile
    - per l'accettabilità dei difetti di altra natura, si fa riferimento alle norme UNI-EN e AWS precedentemente riportate per la tipologia di riferimento del giunto in questione;
    - la entità, la qualità e la dislocazione dei controlli viene decisa dall'istituto Italiano di Saldatura.
5) L'Appaltatore deve facilitare il lavoro degli esecutori dei controlli non distruttivi sulle saldature prendendo opportuni accordi con gli stessi, tramite la D.L:, circa l'orario della esecuzione dei controlli stessi e mettendo a loro disposizione, a propria cura e spese, eventuali persone e mezzi per il sollevamento e posizionamento delle apparecchiature e altre attrezzature e/o ponteggi che si rendessero necessari.

6) L'Appaltatore accetterà il giudizio sulle saldature espresso dall'Istituto Italiano della Saldatura
7) Nel caso di ripetuti esiti negativi dei controlli non distruttivi sulle saldature, l'Amministrazione si riserva di estendere, a spese dell'Appaltatore, i controlli non distruttivi fino al 100%, di sospendere il lavoro di saldatura e di sostituire i saldatori dell'Appaltatore con altri idonei, il cui costo verrà addebitato interamente all'Appaltatore, unitamente ad ogni altro danno economico che dovesse derivare per ritardi nell'esecuzione del programma lavori.

Bulloni e chiodi

I bulloni - conformi per le caratteristiche dimensionali alle norme UNI EN ISO 4016:2002 e UNI 5592:1968 devono appartenere alle sotto indicate classi della norma UNI EN ISO 898-1:2001, associate nel modo indicato nella Tab. 11.3.XII del D.M.2008.

	Normali			Ad alta resistenza	
Vite	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Dado	4	5	6	8	10

Le tencioni di snervamento f_{yb} e di rottura f_{tb} delle viti appartenenti alle suddette classi valgono:

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

Art. 7 – Semi lavorati

Art. 7.1 - Malte, calcestruzzi e conglomerati

Al fine di ottenere le prestazioni richieste e riportate negli elaborati specifici, si dovranno seguire le indicazioni in merito alla composizione, ai processi di maturazione ed alle procedure di posa in opera riportate nelle norme UNI ENV 13670-1:2001 ed alle Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo pubblicate dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Le proporzioni in peso sono le seguenti: una parte di cemento, tre parti di sabbia composita perfettamente secca e mezza parte di acqua (rapporto acqua: legante 0,5). Il legante, la sabbia, l'acqua, l'ambiente di prova e gli apparecchi debbono essere ad una temperatura di 20 ± 2°C. L'umidità relativa dell'aria dell'ambiente di prova non deve essere inferiore al 75%. Ogni impasto, sufficiente alla confezione di tre provini, è composto di: 450 g di legante, 225 g di acqua, 1350 g di sabbia. Le pesate dei materiali si fanno con una precisione di ± 0,5%. In base alle NTC 14.01.2008 cap.11.2, la distribuzione granulometrica degli inerti, il tipo di cemento e la consistenza dell'impasto, devono essere adeguati alla particolare destinazione del getto, ed al procedimento di posa in opera del conglomerato. Il quantitativo d'acqua deve essere il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti. Partendo dagli elementi già fissati il rapporto acqua-cemento, e quindi il dosaggio del cemento, dovrà essere scelto in relazione alla resistenza richiesta per il conglomerato. L'impiego degli additivi dovrà essere subordinato all'accertamento dell'assenza di ogni pericolo di aggressività.

L'impasto deve essere fatto con mezzi idonei ed il dosaggio dei componenti eseguito con modalità atte a garantire la costanza del proporzionamento previsto in sede di progetto. In particolare, i quantitativi dei diversi materiali da impiegare per la composizione delle malte e dei conglomerati, secondo le particolari indicazioni che potranno essere imposte dalla Direzione dei Lavori o stabilite nell'elenco prezzi, dovranno corrispondere alle seguenti proporzioni:

a) *Malta comune*.		
Calce spenta in pasta	0,25/0,40	m^3
Sabbia	0,85/1,00	m^3
b) *Malta comune per intonaco rustico (rinzaffo).*		
Calce spenta in pasta	0,20/0,40	m^3
Sabbia	0,90/1,00	m^3
c) *Malta comune per intonaco civile (Stabilitura).*		
Calce spenta in pasta	t 0,35/0,4	m^3
Sabbia vagliata	0,800	m^3
d) *Malta grossa di pozzolana*.		
Calce spenta in pasta	0,22	m^3
Pozzolana grezza	1,10	m^3
e) *Malta mezzana di pozzolana*.		
Calce spenta in pasta	0,25	m^3
Pozzolana vagliata	1,10	m^3
f) *Malta fina di pozzolana.*		
Calce spenta in pasta	0,28	m^3
g) *Malta idraulica*.		
Calce idraulica	da 3 a 5	q
Sabbia	0,90	m^3
h) *Malta bastarda*.		
Malta di cui alle lettere a), b), g)	1,00	m^3
Aggiornamento cementizio a lenta presa	1,50	q
i) *Malta cementizia forte*.		
Cemento idraulico normale	da 3 a 6	q
Sabbia	1,00	m^3
l) *Malta cementizia debole*.		
Agglomerato cementizio a lenta presa	da 2,5 a 4	q
Sabbia	1,00	m^3
m) *Malta cementizia per intonaci*.		
Agglomerato cementizio a lenta presa	6,00	q
Sabbia	1,00	m^3
n) *Malta fine per intonaci*.		
Malta di cui alle lettere c), f), g) vagliata allo straccio fino		
o) *Malta per stucchi*.		
Calce spenta in pasta	0,45	m^3
Polvere di marmo	0,90	m^3
p) *Calcestruzzo idraulico di pozzolana*.		
Calce comune	0,15	m^3
Pozzolana	0,40	m^3
Pietrisco o ghiaia	0,80	m^3
q) *Calcestruzzo in malta idraulica*.		
Calce idraulica	da 1,5 a 3	q
Sabbia	0,40	m^3
Pietrisco o ghiaia	0,80	m^3
r) *Conglomerato cementizio per muri, fondazioni, sottofondi*.		
Cemento	da 1,5 a 2,5	q
Sabbia	0,40	m^3
Pietrisco o ghiaia	0,80	m^3

s) *Conglomerato cementizio per strutture sottili*.

Cemento	da 3 a 3,5 q
Sabbia	0,40 m^3
Pietrisco o ghiaia	0,80 m^3

Quando la Direzione dei Lavori ritenesse di variare tali proporzioni, l'Impresa sarà obbligata ad uniformarsi alle prescrizioni della medesima, salvo le conseguenti variazioni di prezzo in base alle nuove proporzioni previste. I materiali, le malte ed i conglomerati, esclusi quelli forniti in sacchi di peso determinato, dovranno ad ogni impasto essere misurati con apposite casse, della capacità prescritta dalla Direzione dei Lavori, che l'Impresa sarà in obbligo di provvedere e mantenere a sue spese costantemente su tutti i piazzali ove verrà effettuata la manipolazione.
La calce spenta in pasta non dovrà essere misurata in fette, come viene estratta con badile dal calcinaio, bensì dopo essere stata rimescolata e ricondotta ad una pasta omogenea consistente e bene unita.
L'impasto dei materiali dovrà essere fatto a braccia d'uomo, sopra aree convenientemente pavimentate, oppure a mezzo di macchine impastatrici o mescolatrici.
In riferimento alle UNI ENV 13670-1:2001, la preparazione della malta normale viene fatta in un miscelatore con comando elettrico, costituito essenzialmente:

– da un recipiente in acciaio inossidabile della capacità di litri 4,7, fornito di mezzi mediante i quali possa essere fissato rigidamente al telaio del miscelatore durante il processo di miscelazione;

– da una paletta mescolatrice, che gira sul suo asse, mentre è azionata in un movimento planetario attorno all'asse del recipiente.

Le velocità di rotazione debbono essere quelle indicate nella tabella seguente:

VELOCITÀ	PALETTA MESCOLATRICE giri/minuto	MOVIMENTO PLANETARIO giri/minuto
Bassa	140 ± 5	65 ± 5
Alta	285 ± 10	125 ± 10

I sensi di rotazione della paletta e del planetario sono opposti ed il rapporto tra le due velocità di rotazione non deve essere un numero intero.
Per rendere agevole l'introduzione dei materiali costituenti l'impasto, sono inoltre da rispettare le distanze minime indicate tra il bordo del recipiente, quando è applicato ed in posizione di lavoro, e le parti dell'apparecchio ad esso vicine.

L'operazione di miscelazione va condotta seguendo questa procedura:

– si versa l'acqua nel recipiente;

– si aggiunge il legante;

– si avvia il miscelatore a bassa velocità;

– dopo 30 secondi si aggiunge gradualmente la sabbia, completando l'operazione in 30 secondi;

– si porta il miscelatore ad alta velocità, continuando la miscelazione per 30 secondi;

– si arresta il miscelatore per 1 minuto e 30 secondi.

Durante i primi 15 secondi, tutta la malta aderente alla parete viene tolta mediante una spatola di gomma e raccolta al centro del recipiente. Il recipiente rimane quindi coperto per 1 minuto e 15 secondi;

– si miscela ad alta velocità per 1 minuto.

I materiali componenti le malte cementizie saranno prima mescolati a secco, fino ad ottenere un miscuglio di tinta uniforme, il quale verrà poi asperso ripetutamente con la minore quantità di acqua possibile, ma sufficiente, rimescolando continuamente.
Nella composizione di calcestruzzi con malte di calce comune od idraulica, si formerà prima l'impasto della malta con le proporzioni prescritte, impiegando la minore quantità di acqua possibile, poi si distribuirà la malta sulla ghiaia o pietrisco e si mescolerà il tutto fino a che ogni

elemento sia per risultare uniformemente distribuito nella massa ed avviluppato di malta per tutta la superficie.
Per i conglomerati cementizi semplici od armati gli impasti dovranno essere eseguiti in conformità alle prescrizioni contenute nel d.m. 26 marzo 1980 - d.m. 27 luglio 1985 e successive modifiche ed integrazioni.
Gli impasti, sia di malta che di conglomerato, dovranno essere preparati soltanto nella quantità necessaria, per l'impiego immediato, cioè dovranno essere preparati volta per volta e per quanto possibile in vicinanza del lavoro. I residui di impasto che non avessero, per qualsiasi ragione, immediato impiego dovranno essere gettati a rifiuto, ad eccezione di quelli formati con calce comune, che potranno essere utilizzati però nella sola stessa giornata del loro confezionamento.

Art. 7.2 - Laterizi

I laterizi da impiegare per lavori di qualsiasi genere, dovranno corrispondere alle norme per l'accettazione di cui alle NTC. 14.01.2008, e alle norme europee armonizzate della serie UNI EN 771.
Si intendono per laterizi materiali artificiali da costruzione, formati di argilla, contenente quantità variabili di sabbia, di ossido di ferro, di carbonato di calcio, purgata, macerata, impastata, pressata e ridotta in pezzi di forma e di dimensioni prestabilite, pezzi che, dopo asciugamento, vengono esposti a giusta cottura in apposite fornaci.
I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensione debbono nella massa essere scevri da sassolini e da altre impurità; avere facce lisce e spigoli regolari; presentare alla frattura (non vetrosa) grana fine ed uniforme; dare, al colpo di martello, 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. Essi devono provenire dalle migliori fornaci, presentare cottura uniforme, essere di pasta compatta, omogenea, priva di noduli e di calcinaroli e non contorti.
Agli effetti delle presenti norme, i materiali laterizi si suddividono in:

a) materiali laterizi pieni, quali i mattoni ordinari, i mattoncini comuni e da pavimento, le pianelle per pavimentazione, ecc.;

b) materiali laterizi forati, quali i mattoni con due, quattro, sei, otto fori, le tavelle, i tavelloni, le forme speciali per volterrane, per solai di struttura mista, ecc.;

c) materiali laterizi per coperture, quali i coppi e le tegole di varia forma ed i rispettivi pezzi speciali.

I mattoni pieni e semipieni, i mattoni ed i blocchi forati per murature non devono contenere solfati alcalini solubili in quantità tale da dare all'analisi oltre lo 0.5 $^{0}/_{00}$ di anidride solforica (SO_3). I mattoni pieni per uso corrente dovranno essere parallelepipedi, di lunghezza doppia della larghezza, salvo diverse proporzioni dipendenti da uso locale, di modello costante e presentare, sia all'asciutto che dopo prolungata immersione nell'acqua, una resistenza allo schiacciamento non inferiore a 140 kg/cm^2.

Le caratteristiche specifiche del mattone sono riportate negli elaborati grafici e dovranno essere definite in accordo con la D.L. I mattoni di recupero dovranno avere caratteristiche analoghe a quelle dei blocchi esistenti.

I mattoni, prima del loro impiego, dovranno essere bagnati fino a saturazione per immersione prolungata in appositi bagnaroli e mai per aspersione. Essi dovranno mettersi in opera con le connessioni alterate in corsi ben regolari e normali alla superficie esterna; saranno posati sopra un abbondante strato di malta e premuti sopra di esso in modo che la malta defluisca e riempia tutte le connessioni. La larghezza delle connessioni non dovrà essere maggiore di 8 né minore di 5 mm (tali spessori potranno variare in relazione della natura delle malte impiegate). I giunti non verranno rabboccati durante la costruzione per dare maggiore presa all'intonaco od alla stuccatura col ferro. Le malte da impiegarsi per la esecuzione di questa muratura dovranno essere passate al setaccio per evitare che i giunti fra mattoni riescano

superiori al limite di tolleranza fissato. Le murature di rivestimento saranno fatte a corsi bene allineati e dovranno essere opportunamente ammorsate con la parte interna. Per le superfici da eseguirsi a paramento a vista (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, previa loro raschiatura e pulitura, dovranno essere profilate con malta idraulica e di cemento, diligentemente compresse e lisciate con apposito ferro, senza sbavature. Le sordine, gli archi, le piattabande e le volte dovranno essere costruite in modo che i mattoni siano sempre disposti in direzione normale alla curva dell'intradosso e le connessioni dei giunti non dovranno mai eccedere la larghezza di mm 5 all'intradosso e mm 10 all'estradosso.

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

Art. 7.3 - Leganti sintetici – resine

Le resine sono sostanze vetrose ed amorfe di tipo solido-liquido, prive di un punto di fusione netto che subiscono, tramite somministrazione di calore, una graduale diminuzione della loro viscosità. A base di polimeri organici in cui un gran numero di atomi sono uniti mediante legami chimici primari, vengono classificate relativamente al loro comportamento termoplastiche e termoindurenti. L'utilizzo di detti materiali, la provenienza, la preparazione, il peso dei singoli componenti e le modalità d'applicazione saranno concordati con la D.L.dietro la sorveglianza e l'autorizzazione degli argani preposti alla tutela del bene in oggetto. In presenza di manufatti di particolare valore storico-artistico sarà vietato, salvo specifica disposizione degli elaborati di progetto, in assenza di analisi di laboratorio, di prove applicative o di specifiche garanzie da parte della ditta produttrice sull'effettiva irreversibilità dell'indurimento ed in mancanza di una comprovata compatibilità chimica, fisica e meccanica con i materiali edili preesistenti, utilizzare prodotti di sintesi chimica. Le caratteristiche dei suddetti prodotti saranno conformi alle norme UNICHIM, mentre le analisi di laboratorio relative alle indagini preliminari per la scelta dei materiali saranno quelle stabilite dalle raccomandazioni NORMAL. In particolare le caratteristiche qualitative dei legami organici in base alloro impiego saranno le seguenti:

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

Resine epossidiche

Derivate dalla condensazione del bisfenolo A con epicloridrina, potranno essere del tipo solido o liquido. In combinazione con appositi indurenti amminici che ne caratterizzano il comportamento, potranno essere utilizzate anche miscele con cariche minerali, riempitivi, solventi ed addensanti, solo dietro approvazione del D.L., per lavori in cui sarà necessario sfruttare le loro elevatissime capacità adesive. Saranno vietati tutti i trattamenti superficiali che potrebbero sostanzialmente modificare l'originario effetto cromatico dei manufatti (UNI 7097-72). Le caratteristiche meccaniche, le modalità applicative e gli accorgimenti

antinfortunistici sono regolati dalle norme UNICHIM. Le caratteristiche richieste in relazione allo specifico utilizzo (+ 20øC) sono le seguenti:

Formulati per impregnazione
Punto d'infiammabilità > 90øC
ritiro < 0,10%
viscosità (a+b) mPa.s < 150
pot life (minuti) > 60
assorbimento < 2%
punto Martens > 35øC
resistenza a trazione (MPa) > 50
resistenza a flessione (MPa) > 50
resistenza a compressione (MPa) > 70
modulo elastico a fless. (MPa) > 1.000
Formulati per iniezione:
a) per lesioni inferiori a mm 1,5:
Punto d'infiammabilità > 90øC
ritiro < 12%
viscosità (a+b) mPa.s 150-400
pot life (minuti) > 30
assorbimento < 2%
punto Martens > 50øC
resistenza a trazione (MPa) > 30
resistenza a flessione (MPa) > 50
resistenza a compressione (MPa) > 70
modulo elastico a fless. (MPa) > 1.000 - 3.000
b) per lesioni superiori a mm 1,5:
Punto d'infiammabilità > 90øC
ritiro < 12%
viscosità (a+b) mPa.s < 3.500-4.000
pot life (minuti) > 30
assorbimento < 2%
punto Martens > 50øC
resistenza a trazione (MPa) > 50
resistenza a flessione (MPa) > 50
resistenza a compressione (MPa) > 70
modulo elastico a fless. (MPa) > 3.000

Formulati per betoncini:
Punto d'infiammabilità > 90øC
ritiro < 0,10%
viscosità (a+b) mPa.s > 7.000
pot life (minuti) > 60
assorbimento < 2%
punto Martens > 35øC
resistenza a trazione (MPa) > 30
resistenza a flessione (MPa) > 30
resistenza a compressione (MPa) > 90
modulo elastico a fless. (MPa) > 17.000

Formulati per restauro strutture:
Punto d'infiammabilità > 90øC
ritiro < 0,10%

viscosità (a+b) mPa.s < 7.000
pot life (minuti) > 30
assorbimento < 2%
punto Martens > 35øC
resistenza a trazione (MPa) > 30
resistenza a flessione (MPa) > 50
resistenza a compressione (MPa) > 70
modulo elastico a fless. (MPa) > 700

Formulati per incollaggi strutturali:
Punto d'infiammabilità > 90øC
ritiro < 0,10%
viscosità (a+b) mPa.s < 8.000
pot life (minuti) > 60
assorbimento < 2%
punto Martens > 40øC
resistenza a trazione (MPa) > 80
resistenza a flessione (MPa) > 50
resistenza a compressione (MPa) > 80
modulo elastico a fless. (MPa) > 1.000
adesione (MPa) > 6

Resine poliesteri

Derivate dalla reazione di policondensazione dei glicoli con gli acidi polibasici e le loro anidridi, potranno essere usate sia come semplici polimeri liquidi sia in combinazione con fibre di vetro, di cotone o sintetiche o con calcari, gesso, cementi e sabbie. Anche per le resine poliesteri valgono le stesse precauzioni, divieti e modalità d'uso enunciati a proposito delle resine epossidiche.

Le loro caratteristiche meccaniche, le modalità d'applicazione e gli accorgimenti antinfortunistici sono regolati dalle norme UNICHIM.

Art. 7.4 - Prodotti a base di legno – Generalità

Si intenderanno prodotti a base di legno quelli derivanti dalla semplice lavorazione e/o dalla trasformazione del legno e che si presenteranno sotto forma di segati, pannelli, lastre ecc. I prodotti verranno di seguito considerati al momento della loro fornitura ed indipendentemente dalla destinazione d'uso. 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 stessa alle prescrizioni di seguito indicate. Per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale, pavimentazioni, coperture ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni del progetto.

Tabella 8.1 Tensioni nominali in MPa (N/mm²) per legno massiccio

Specie legnose	Categoria Legname	Flessione	Trazione		Compressione		Taglio	Torsione	Modulo elastico
			0	90	0	90			
Abete rosso	1	11	11	0,05	10	2	1	1	12.500
	2	9	9	0,05	8	2	0,9	1	11.500
	3	7	6	0	6	2	0,8	0	10.500
Abete bianco	1	11,5	11	0,05	1	2	0,9	1	13.500
	2	10	9	0,5	9	2	0,8	1	12.500
	3	7,5	6	0	7	2	0,7	0	11.500
Larice	1	13	12	0,05	12	2,5	1,1	1	15.500
	2	11	9,5	0,05	10	2,5	1	1	14.500
	3	8,5	7	0	7,5	2	0,9	0	13.500
Pino silvestre	1	12	11	0,05	11	2	1	1	13.500
	2	10	9	0,05	9	2	0,9	1	12.500
	3	8	6	0	7	2	0,8	0	11.500
Douglas	1	12	10,2	0,05	11	2	0,9	1	
	2	10	8,5	0,05	8,5	2	0,9	1	
	3	7	6	0	6	2	0,9	0	
Quercia, Faggio	1	12	45	0,05	12	3	1,2	1	13.500
	2	11	10	0,05	10	2,5	1	1	12.500
	3	8,5	7	0	7,5	2,2	0,9	0	11.500
Robinia	1	13,5	13	0,05	12	3	1,2	1,6	14.000
	2	11,5	11	0,05	10	2,5	1	1,6	13.000
	3	9	7	0	7,5	2,2	0,9	0	12.000
Castagno, Olmo, Frassino	1	12	11	0,05	11	2	0,8	1,3	10.000
	2	10	9	0,05	9	2	0,7	1,3	9.000
	3	8	6	0	7	2	0,6	0	8.000
Pioppo	1	10,5	9	0,05	10	1,5	0,6	1	9.000
	2	8,5	7	0,05	8	1,5	0,5	1	9.000
	3	8,6	4,5	0	6	1,5	0,4	0	7.000

0 sta ad indicare parallela alla fibratura

90 sta ad indicare ortogonale alla fibratura

Art. 7.5 - Legnami e materiali derivati dal legno

I legnami da impiegare in opere stabili o provvisorie, di qualunque essenza essi siano dovranno rispondere a tutte le prescrizioni di cui al DM 30 ottobre 1912, DPR 24 dicembre 1969, DM del 6 marzo 1986 e alle norme UNI vigenti verranno selezionati, tra le diverse possibilità di scelta, le qualità appartenenti alla categoria prescritta se non presenteranno difetti incompatibili con l'uso per cui sono destinati.

Una classificazione commerciale e pratica, basata sulla forma, distingue i legnami in:

– legname tondo o "tondame"
– legname segato
– legname lavorato a squadratura con sezione quadrata o rettangolare (travi, travicelli ecc.)
– legname segato in tavolame
– legname squadrato

Il legname rotondo: dovrà provenire dal tronco dell'albero e non dai rami, dovrà essere sufficientemente diritto, in modo che la congiungente i centri delle due basi non debba uscire in alcun punto dal palo; dovrà essere scortecciato per tutta la lunghezza e conguagliato alla superficie; la differenza fra i diametri medi dalle estremità non dovrà oltrepassare i 15 millesimi della lunghezza né il quarto del maggiore dei 2 diametri. L'umidità massima tollerabile per questi materiali dovrà essere del 25%.

Tabella 8.2 Denominazione e misure dei principali prodotti ricavati da legname tondo

Denominazione	Diametro (cm)	Lunghezza (cm)	Note ed usi comuni
Abetelle o stili (antenne, candele)	12-25	200	Classe media della paleria, solo scortecciati e privati dell'alburno. Utilizzati per ponti di servizio
Pali	15-30	200-600 fino a 900	Classe grossa della paleria di essenza forte e dura sono tronchi privati della scorza e dell'alburno. Utilizzati per fondazione e consolidamento dei terreni

Il legname segato a spigolo vivo: dovrà essere lavorato e squadrato a sega con le diverse facce esattamente spianate, senza rientranze o risalti, con gli spigoli tirati a filo vivo (saranno comunque ammissibili lievi tolleranze sugli smussi), senza alburno ovvero potrà essere tollerata la moderata presenta di alburno nel legname strutturale.

Denominazione	Lunghezza (cm)	Larghezza (cm)	Altezza (cm)	Note ed usi comuni
Travi o bordonali	400 fino a 1000-1200	20-45 fino a 50	14-35 fino a 40	Elementi squadrati a filo vivo o con tolleranza di smussi. Utilizzati come elemento principale della orditura di sostegno di coperture o solai.
Travicelli	350-550	12-18	8-15	Elementi squadrati a filo vivo utilizzati come struttura secondaria di solai o coperture
Morali o Correnti (arcarecci, terzere)	400-900	8-10	10-14	Travicelli utilizzati per l'orditura longitudinale delle coperture
Correntini o listelli	300-800	5-8	3,5-5	Correnti di minori comunque squadrati e utilizzati specialmente per l'ossatura delle coperture
Piane	non inferiore a 300	4-9	4-6	Travicelli piani e squadrati utilizzati per soffitti, tramezze e simili

Il tavolame dovrà essere ricavato dalle travi più dritte, affinché le fibre non riescano mozze dalla sega e si ritirino nelle sconnessure; le tavole potranno essere non refilate (ovvero ottenute dal solo taglio longitudinale del fusto), refilate rastremate (ovvero smussate seguendo la rastrematura) parallele (ovvero a spigoli paralleli) la larghezza delle tavole ordinarie potrà variare da 16 cm a 30 cm e da 8 cm a 15 cm per le sottomisure, la lunghezza varierà da 200 cm a 400 cm.

Tabella 8.4 Classificazione delle tavole parallele ricavate da tronchi segati

Denominazione	Lunghezza (cm)	Larghezza (cm)	Altezza (cm)	Note ed usi comuni
Panconi	400 ma sovente le misure variano da 300 a 600	25-40	8-15	Tavole molto grosse utilizzate per lavori di fondazione e per impalcature robuste
Tavoloni	400 può oscillare da 250 a 500	20-40	5-8	Tavole di grossezza media
Tavole o assi	300-600	15-35 con gradazioni di 2	2,5-6	Utilizzate per lavori di falegnameria e nei lavori di legname minuto
Assicelle	variabile circa 250	15-25	1,2-2,5	Tavole sottili
Denominazione	Lunghezza (cm)	Larghezza (cm)	Altezza (cm)	Note ed usi comuni
Scurette	variabile	15-20	1	
Sciaveri o scorzoni	variabile	variabile	variabile	Scarti di segagione provenienti dalla parte
				periferica del tronco con un lato rettilineo e l'altro a porzione di circonferenza
Piallacci	variabile	variabile	0,1-0,2	Fogli di legno di essenza nobile utilizzati per
				impiallacciare legni meno pregiati

Il legnane squadrato, ottenuto dai fusti mediante tagli, oltre alla squadratura a spigoli vivi paralleli potrà dar luogo ad altri due tipi di legni:

– legname grossolanamente squadrato a spigolo smussato lavorato a sega o ad ascia, dove tutte le facce dovranno essere spianate senza essere scarnite, saranno tollerati l'alburno o lo smusso in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale;

– travi con squadratura "uso Trieste" ovvero lavorazione, eseguita su piante intere con una squadratura parziale senza spigolo vivo ottenuta attraverso il processo di piallatura superficiale, mantenendo la conicità del tronco originario.

I legnami per pavimentazioni siano essi listoni che tavolette dovranno necessariamente essere stagionati, ben piallati, esenti da nodi, fenditure, tarlature ed altri difetti che ne alterino l'aspetto, la durata e la possibilità di montarli a perfetta regola d'arte.

I legnami destinati alla costruzione degli infissi dovranno essere di prima categoria, di struttura e fibra compatta e resistente, non deteriorata, perfettamente sana, dritta e priva di spaccature sia in senso radicale che circolare. Essi dovranno essere ben stagionati con un contenuto d'acqua non superiore al 15%; le specie ammissibili nella categoria degli infissi saranno elencati nelle tabelle UNI 2853-54. Tali legni dovranno presentare limitati difetti: sarà prescritta una densità di almeno 3 anelli per cm (con l'esclusione di alburno), non dovranno essere presenti nodi, cipollature, buchi, od altre malfatture palesi, dovranno, inoltre, presentare colore e venatura uniforme.

Per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale, pavimentazioni, coperture ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni del progetto.

I segati di legno dovranno essere forniti in opera conformemente alle norme UNI vigenti (in particolare UNI EN 844). A complemento di quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

– tolleranze sulla lunghezza e larghezza: ± 10 mm; tolleranze sullo spessore: ± 2 mm; (misurata secondo la norma UNI EN 1313);

– umidità non maggiore del 15%, (misurata secondo la norma UNI 8829);

– difetti visibili ammessi....., misurati secondo.....;

– difetti da essiccazione ....., (misurati secondo la norma UNI 8947);

– qualità di essiccazione ..... (valutata secondo la norma UNI 9030);

– trattamenti preservanti con metodo..... comunque resistenti ai ..... , misurati secondo..... impregnato con sostanza protettiva contro parassiti del legno e sostanze ignifughe .....

Pannelli di fibre di legno (legni ricostruiti o rigenerati)

1) Pannelli con struttura uniforme: tenuta strutturale che si otterrà mediante feltratura delle fibre (legno tondo debole e residuo delle segherie) ed azione adesiva delle forze leganti proprie del legno o di collanti aggiunti (resine sintetiche o resine naturali). Il materiale dovrà risultare omogeneo, con proprietà meccaniche uniformi nelle varie direzioni. Detti pannelli potranno essere del tipo extraduro (fabbricati per via umida), duro (fabbricati per via umida o per via semi secca) entrambi molto resistenti utilizzabili anche per la fabbricazione di travi composte; semiduro (fabbricati per via secca) e/o porosi (fabbricati per via umida) da impiegare per pareti isolanti e tramezzi leggeri.

2) Pannelli MDF (Medium Density Fibreboard): pannelli a base di fibra di legno. Le fibre verranno essiccate in misura maggiore che nei pannelli di media durezza. La struttura si presenterà contemporaneamente fine e fitta su tutta la sezione, i pannelli possono venire lavorati e rivestiti come il legno massiccio.

I pannelli di fibre dovranno essere forniti in opera conformemente alle norme UNI vigenti (in particolare UNI EN 316 e UNI EN 622). A complemento di quanto specificato nel progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti con le seguenti caratteristiche:

– tolleranze sulla lunghezza e larghezza: ± 3 mm; tolleranze sullo spessore: ± 0,5 mm; (misurate secondo la norma UNI EN 9363);

– umidità non maggiore dell'8%, misurata secondo .....
;– massa volumica: per tipo tenero, minore di 350 kg/m³;
per tipo semiduro, tra 350 e 800 kg/m³;
per tipo duro, oltre 800-1000 kg/m³,
per tipo extraduro, oltre 1000 kg/m³,
(misurata secondo la norma UNI EN 323).

La superficie potrà essere:

– grezza (se mantenuta come risulta dalla pressatura)

– levigata (quando ha subito la levigatura) rivestita su una o due facce mediante: (placcatura, carte impregnate, smalti altro).

– impregnata con prodotti protettivi contro l'attacco di parassiti del legno– impregnata con prodotti ignifughi

Funzionalmente avranno le seguenti caratteristiche:

– assorbimento di acqua di massimo ……..(misurato secondo la norma UNI EN 382);

– rigonfiamento dello spessore dopo immersione in acqua .massimo.....,(misurato secondo la norma UNI EN 317);

– resistenza a trazione di minimo…….. (misurata secondo la norma UNI EN 319);

– resistenza a compressione di minimo.....(misurata secondo la norma UNI ISO 3132 e UNI ISO 3787

– resistenza a flessione di .... minimo.....(misurata secondo la norma UNI EN 1058).

Nota per il compilatore: completare l'elenco e/o eliminare le caratteristiche superflue. Indicare i valori di accettazione ed i metodi di controllo per ogni singola tipologia di pannello, facendo riferimento alle norme UNI e/o CNR esistenti ed in loro mancanza a quelle della letteratura tecnica (in primo luogo le norme internazionali ed estere).

Pannelli di particelle (lastre di agglomerato ligneo)

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;

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;

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);

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.

I pannelli di particelle 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 intenderanno forniti con le seguenti caratteristiche:

– tolleranze sulle lunghezza e larghezza: ± 5 mm;

– tolleranze sullo spessore: ± 0,5 mm;

– umidità del 10% ± 3%;
– massa volumica: ..... kg/m³; misurata secondo la norma UNI EN 323;
– superficie: grezza o; levigata o; rivestita con ..... ;
– resistenza al distacco degli strati esterni ..... N/mm² minimo.

Funzionalmente avranno le seguenti caratteristiche:

– rigonfiamento dopo immersione in acqua: 12% massimo (oppure 16%), misurata secondo la norma UNI EN 317;
– assorbimento d'acqua.....% massimo, misurato secondo ..... ;
– resistenza a flessione di ..... N/mm² minimo, misurata secondo ..... ;
– impregnato con prodotti protettivi contro l'attacco di parassiti del legno. ;
– impregnato con prodotti ignifughi ..... ;

Nota per il compilatore: completare l'elenco e/o eliminare le caratteristiche superflue. Indicare i valori di accettazioneed i metodi di controllo per ogni singola tipologia di pannello, facendo riferimento alle norme UNI e/o CNR esistentied in loro mancanza a quelle della letteratura tecnica (in primo luogo le norme internazionali ed estere).

Pannelli di legno compensato

1) 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.

Tabella 8.5 Spessori pannelli compensati multistrati

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) 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.

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%, misurata secondo ..... ;
– 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 ..... N/mm², (misurata secondo la norma UNI 6480);

– resistenza a flessione statica ..... N/mm² minimo, (misurata secondo la norma UNI EN 1072);

– impregnazione degli sfogliati con prodotti protettivi contro l'attacco di parassiti del legno e sostanze ignifughe;

– impregnazione degli sfogliati con prodotti ignifughi ..... .

Nota per il compilatore: completare l'elenco e/o eliminare le caratteristiche superflue. Indicare i valori di accettazione ed i metodi di controllo per ogni singola tipologia di compensato, facendo riferimento alle norme UNI e/o CNR esistenti ed in loro mancanza a quelle della letteratura tecnica (in primo luogo le norme internazionali ed estere).

Legno lamellare incollato

Il legno lamellare disponibile sotto forma di travi, di pannelli in multistrati o di sezioni sagomate di varia natura proveniente dalle migliori zone di accrescimento (con raccordi fra le parti mediante piccoli raggi di curvatura il raggio non può essere inferiore a 160 volte lo spessore della lamella di specie resinosa e 200 volte per lamelle di specie dure) dovrà essere fornito in opera conformemente alle norme UNI (in particolare UNI EN 386-397, UNI EN 390-392 e UNI EN 1194) e/o CNR vigenti ed in loro mancanza quelle della letteratura tecnica (in primo luogo le norme internazionali ed estere).

Ogni pezzatura dovrà essere selezionata qualitativamente e dimensionalmente, stagionata, giuntata di testa e piallata sulle quattro facce, formando le lamelle nelle misure richieste dagli elaborati di progetto. Le lamelle, (di norma spessore £ di 5 cm, larghezza £ di 25 cm, area massima 60 cm² per specie resinose, 40 cm² per specie dure) assemblate per incollaggio eseguito con collanti di tipo strutturale (a base di resorcina formaldeide o di urea), dovranno essere del tipo impregnato con sostanze atte a garantire l'assoluta inattaccabilità da parte di insetti, funghi, agenti atmosferici e chimici. Le strutture portanti dovranno, grazie all'elevata coibenza termica, impedire la creazione di ponti termici ed eliminare fenomeni di condensa.

Le caratteristiche tecniche richieste al legno lamellare sono:

– categorie di legnami utilizzati: resinoso o duro di I° e II° categoria;

– giunzione longitudinale: fitta dentellatura "a pettine" o "a becco di flauto" sfalsata nell'altezza della sezione complessiva;

– colle utilizzate: colle alla resorcina-formolo (per strutture esposte agli agenti atmosferici) o all'ureaformolo;

– trattamenti antimuffa, fungicida, antiparassitario;

– resistenza al fuoco: classe 30/120;

– rapporto altezza/base: £ 10.

Le tensioni ammissibili dichiarate dal produttore dovranno essere quelle riportate in tabella.

Tabella 8.5 Tensioni ammissibili (kg/cm²)

Tipo di sollecitazione		Categoria I		Categoria II	
		Duro	Resinoso	Duro	Resinoso
Compressione assiale	σ'	140	135	112	107
Compressione trasversale	σt'	46	26	41	20
Trazione assiale	σ	168	157	101	90
Trazione trasversale	σt	12	8	10	6
Flessione	σf	152	146	129	112
Taglio	τ	20	15	15	12
Taglio longitudinale nel piano d'incollaggio	τ	12		– Con colle alla resorcina-formolo	
	τ	10		– Con colle all'urea-formolo o fenolo-formolo	
Razione ortogonale al piano d'incollaggio	σt	6		– Con colle alla resorcina-formolo	
	σt	5		– Con colle all'urea-formolo o fenolo-formolo	

Categoria I classe A: tutte le lamelle con tavole di I scelta; categoria I classe B: 15% di lamelle per parte (con un minimo di due lamelle per bordo esterno) di I scelta e nucleo centrale di lamelle di II scelta.

Categoria II tutte le lamelle con tavole di II scelta

Per il controllo della qualità e della costanza della produzione si dovranno eseguire le seguenti prove:

- di delaminazione;
- di resistenza a taglio delle superfici di incollaggio;
- di controllo degli elementi;
- laminati verticalmente;
- controllo delle sezioni giuntate.

La determinazione della resistenza a taglio e delle proprietà meccaniche perpendicolari alla fibratura e di altre proprietà fisiche e meccaniche saranno effettuate secondo le prescrizioni di cui alle norme UNI EN 408.

Art. 7.6 - Materiali per pavimentazione e rivestimenti - Generalità

Si definiscono prodotti per pavimentazione quelli che potranno essere utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione. Per la realizzazione di integrazioni parziali o totali del sistema di pavimentazione si rinvia all'articolo specifico inerente l'esecuzione delle pavimentazioni.

I prodotti verranno di seguito considerati al momento della fornitura; 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. Tutti i prodotti dovranno essere contenuti in appositi imballi ed accompagnati da schede informative. I manufatti, prima della posa, andranno attentamente controllati avendo l'accortezza di mischiare i materiali contenuti in più imballi o appartenenti a lotti diversi.

Art. 7.7 - Colori e vernici - Generalità

Dovrà essere fatto obbligo all'appaltatore di utilizzare colori e vernici di recente produzione, che non presentino fenomeni di sedimentazione o di addensamento, gelatinizzazioni o di qualsiasi altro difetto.

Dovranno essere forniti in cantiere in recipienti sigillati recanti l'indicazione della ditta produttrice, il tipo, la qualità, le modalità d'uso e di conservazione del prodotto nonché la data di scadenza. L'appaltatore dovrà aprire i contenitori solo al momento dell'utilizzo ed in presenza della D.L. che avrà l'obbligo di controllarne il contenuto. La stessa D.L. potrà procedere anche a lavori iniziati a ulteriori controlli (anche parziali) su campioni della fornitura. I prodotti, se non diversamente richiesto da indicazioni di progetto e/o prescrizioni della D.L., dovranno essere pronti all'uso (ad eccezione delle eventuali diluizioni previste dalle ditte produttrici seguendo i rapporti indicati o le specifiche prescrizioni della D.L.); dovranno assolvere le funzioni di protezione e/o decorazione, conferire alle superfici l'aspetto previsto dal progetto e mantenere tali proprietà nel tempo.

Per quanto riguarda i prodotti per la tinteggiatura di strutture murarie saranno da utilizzarsi esclusivamente, se non diversamente specificato, prodotti non pellicolanti secondo le definizioni delle norme UNI 8752-8758 recepite anche dalla raccomandazione NorMaL 04/85. I prodotti da utilizzarsi dovranno, in ogni caso, avere ottima penetrabilità, compatibilità con il supporto, garantendogli buona traspirabilità; tali caratteristiche dovranno risultare indiscutibilmente prevalenti rispetto alla durabilità dei cromatismi.

Secondo la norma UNI/EDL 8752 si intendono con i termini:

- pittura: rivestimento riportato filmogeno avente potere coprente dotato di proprietà protettive e decorative ed eventualmente di proprietà tecniche particolari;
- tinta rivestimento riportato non filmogeno avente potere coprente dotato di proprietà decorative e non necessariamente di proprietà protettive o proprietà tecniche particolari;
- vernice: rivestimento riportato filmogeno trasparente, incolore o colorato.

Tutti i prodotti dovranno essere conformi alle norme UNI e UNICHIM vigenti.

In ogni caso i prodotti da utilizzarsi dovranno avere ottima penetrabilità e compatibilità con il supporto, così da garantire una buona traspirabilità. Tali caratteristiche dovranno risultare prevalenti rispetto alla durabilità dei cromatismi.

Nel caso in cui si proceda alla tinteggiatura e/o verniciatura di fabbriche, ovvero manufatti di dichiarato interesse storico, artistico, archeologico, o documentario posti sotto tutela, o su manufatti soggetti ad interventi di conservazione e restauro, sarà obbligo procedere dietro specifica autorizzazione della D.L. e degli organi competenti. In questi casi dovrà essere assolutamente vietato utilizzare prodotti a base di resine sintetiche senza una specifica autorizzazione della D.L., ovvero degli organi preposti alla tutela del bene oggetto di intervento.

Per i prodotti di comune impiego dovranno essere osservate, salvo diverse precisazioni, le seguenti prescrizioni:

a) olio di lino cotto: l'olio di lino cotto dovrà essere ben depurato, presentare un colore bruno rossastro perfettamente limpido, un odore forte ed amarissimo al gusto, essere scevro da adulterazioni con olio minerale, olio di pesce ecc. Non dovrà lasciare alcun deposito né essere rancido, e disteso sopra una lastra di vetro o di metallo dovrà essiccare completamente nell'intervallo di 24 ore. L'acidità massima ammessa dovrà essere in misura del 7%, impurità non superiore al 1% ed alla temperatura di 15 °C presenterà una densità compresa fra 0,91 e 0,93;

b) acquaragia (senza essenza di trementina): solvente apolare usato come diluente di altri solventi o di vernici, o come solvente per resine sintetiche. Dovrà essere limpida, incolore, di odore gradevole e molto volatile. La sua densità a 15 °C dovrà essere di 0,87. È consigliabile il suo uso in ambiente aerato;

c) bianco di zinco: il bianco di zinco dovrà presentarsi come polvere finissima, bianca, costituita da ossido di zinco, non dovrà contenere più del 4% di sali di piombo allo stato di solfato, né più del 1% di altre impurità; l'umidità non dovrà superare il 3%. Dovrà essere utilizzato principalmente nella preparazione di prodotti vernicianti per interni;

d) bianco di titanio: biossido di titanio dovrà presentare un ottimo potere coprente e opacizzante, normalmente presente nella quasi totalità dei prodotti vernicianti in tinta bianca;

e) latte di calce: il latte di calce dovrà essere ricavato dal filtraggio di una soluzione particolarmente acquosa ottenuta stemperando accuratamente grassello di calce fino ad ottenere una miscela liquida e biancastra. Vi si potrà aggiungere la quantità di nero fumo strettamente necessaria per evitare la tinta giallastra. Per tinteggi, scialbatura o velature su murature di particolare valore storico- artistico dovrà essere vietato ricavare il latte di calce stemperando calce idrata in polvere.

Art. 7.8- Tinte

TINTE ALLA 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.

TINTE AI SILICATI

Dovranno costituirsi di un legante a base di silicato di potassio, di un silicato di sodio o da una miscela di entrambi gli elementi e da pigmenti esclusivamente inorganici (per lo più ossidi di ferro) trattati in maniera da essere stabili all'acidità ambientale. La tinta ai silicati potrà essere stesa, in linea generale, su qualunque tipo di supporto (escluso il gesso in ogni sua forma, intonaco, cartongesso ecc.), purché questo si presenti asciutto e accuratamente spolverato e a patto che si dispongano, a seconda della natura e dello stato di conservazione dello stesso, differenti ed idonei trattamenti preliminari. Per ovviare ai problemi di applicazione legati ai sistemi di coloritura ai silicati non stabilizzati sarà consigliabile l'utilizzo di tinte costituite da silicato di potassio in soluzione stabilizzato ed idrofobizzato. Queste tinte si differenzieranno da quelle tradizionali in quanto conterranno, oltre all'agente silicato di potassio legante, una dispersione sintetica resistente agli alcali, cariche, additivi reologici e antibiodeteriogeni; la quantità totale di sostanze organiche potrà raggiungere al massimo il 5% del peso, con riferimento al peso totale del prodotto finito. La dispersione sintetica contenuta in queste tinte organosilicatiche non darà vita a pellicola e perciò non sarà considerata agente legante. La dispersione sintetica avrà soltanto una funzione reologica e protettiva subito dopo l'applicazione della tinta fino a che la "silicificazione" non progredisce in modo sufficiente. Sovente in questa seconda tipologia di tinta ai silicati non si fa uso di pigmenti bianchi (con elevato potere coprente) di conseguenza risultando semitrasparenti potranno rilevarsi valide alternative alla tinta alla calce specialmente in ambienti esterni particolarmente aggressivi sia dal punto di vista climatico che atmosferico.

Nel caso in cui non si aggiungano i pigmenti queste miscele acquose (massima diluizione 50%) di silicati di potassio in soluzione stabilizzati ed idrofobizzati potranno rilevarsi buoni prodotti impregnanti con funzioni di consolidamento e protezione specialmente per intonaci e laterizi. Di norma il tempo di essiccamento superficiale o al tatto (a +20 °C e 65% di UR) sarà di circa 2 ore, mentre ne occorreranno 24 per l'essiccamento in profondità.

Il legame chimico che si istituirà tra tinta ed intonaco sottostante è stabile, la tintura non risulterà soggetta a degradi di sfogliamento anzi, agirà da consolidamento del supporto. Le caratteristiche che dovranno possedere tali tinte saranno:

– ottima adesione al supporto;

– buona permeabilità al vapore;

– resistenza all'acqua;
– resistenza ai raggi ultravioletti;
– resistenza alle muffe;
– invecchieranno per progressiva erosione e dilavamento superficiale.

Le suddette tinte dovranno essere applicate a temperatura minima +8 °C massima +35 °C; umidità relativa dell'ambiente massima 85% e temperatura del supporto minima +5 °C massima +40 °C.

Art. 7.9 - Pitture

Le pitture dovranno di norma, costituirsi da un pigmento, un veicolo o legante, un diluente e un seccante. In taluni casi, al composto, potrà essere aggiunto un antifermentativo o degli antimuffa. Il pigmento dovrà essere, generalmente, di origine inorganica o artificiale. Il potere coprente richiesto alle pitture sarà determinato dal pigmento e dalle cariche.

PITTURE A COLLA O TEMPERA

Dovranno costituirsi di sospensioni acquose di pigmenti, cariche (calce, gesso, carbonato di calcio finemente polverizzati), e leganti a base di colle naturali (caseina, colla di pesce, latte, colla di farina ecc.) o sintetiche (colle viniliche, acriliche o di altro tipo di sintesi). Dovranno essere, preferibilmente, utilizzate su pareti interne intonacate perfettamente asciutte. In relazione alle modalità realizzativi questa pittura potrà essere suddivisa in tre tipi: quella che si ottiene "stemperando" i colori in acqua e aggiungendo in un secondo momento il legante (ovvero la colla); quella che si ottiene tinteggiando con pigmenti precedentemente stemperati in acqua e poi a soluzione asciutta vaporizzando soluzioni molto diluite di colla e quella ottenuta dalla stesura della miscela ottenuta dall'impasto unico di colla colori ed acqua.

Il prodotto utilizzato, in ogni caso, dovrà possedere buona adesività al fine di eliminare lo scrostamento al contatto, buon potere coprente permettere sia la sovrapposizione dei colori sia, gli eventuali ritocchi, buona resistenza all'azione dell'acqua e dell'umidità, soprattutto se estesa all'esterno, brillantezza di colore e resistenza nel tempo.

PITTURE AD OLIO

Potranno comporsi di oli, resine sintetiche, pigmenti e sostanze coloranti. Rispetto alla tinteggiatura a tempera, dovrà presentare una maggiore elasticità e quindi capacità di seguire le eventuali deformazioni del fondo e presentare, inoltre, notevole impermeabilità e capacità di ritocco senza che i colori si mescolino tra loro in modo incontrollabile. Dovranno possedere un alto potere coprente, risultare resistenti all'azione degradante dell'atmosfera, delle piogge acide, dei raggi ultravioletti.

PITTURE CEMENTIZIE

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 "gelodisgelo".

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.

PITTURE EMULSIONATE

Emulsioni o dispersioni acquose che si costituiranno di pigmenti organici o inorganici, di cariche (carbonati di calcio, silicati di alluminio, polveri di quarzo ecc.) e da additivi sospesi in una resina sintetica (acrilica o acetoviniliche-versatiche). Poste in commercio come paste dense, da diluirsi in acqua al momento dell'impiego, dovranno essere in grado di realizzare sia forti spessori sia film sottilissimi. Potranno essere utilizzate su superfici interne ed esterne, in questo ultimo caso dovranno possedere una spiccata resistenza all'attacco fisico-chimico operato dagli agenti inquinanti. Queste pitture dovranno risultare impermeabili ed il loro degrado avverrà per filmazione od spogliamentospellatura.

Dovranno essere applicate con maestria e possedere colorazione uniforme. Potranno essere

applicate anche su calcestruzzi, legno, cartone ed altri materiali. Non dovranno mai essere applicate su strati preesistenti di tinteggiatura, pittura o vernice non perfettamente aderenti al supporto.

IDROPITTURA (PITTURA ALL'ACQUA, PITTURE LAVABILI) A BASE DI COPOLIMERI ACRILICI

Pitture in cui il legante dovrà essere costituito da una dispersione acquosa di resine sintetiche

(soprattutto copolimeri acrilici) con pigmenti che potranno essere organici ad alto potere coprente o inorganici (ad es., farina di quarzo, caolino, biossido di titanio ecc.) comunque molto coprenti con l'aggiunta di additivi reologici ed antimuffa. Questo consentirà di dare luogo a coloriture "piatte" con un effetto "cartonato". Le cariche dovranno essere costituite da materiali inerti, stabili rispetto all'acidità degli ambienti inquinanti. Le caratteristiche principali di questa pittura saranno: aspetto opaco-serico, ottima adesione al supporto, insaponificabile, ottimo potere riempitivo, resistenza agli alcali ed agli agenti aggressivi dell'inquinamento, resistenza all'attacco di funghi, muffe e batteri, superlavabile (resiste ad oltre 500 cicli di spazzola), eccellente stabilità di tonalità delle tinte e non ingiallente, resistenza ai raggi ultravioletti. Questo tipo di pittura risulterà idonea su intonaco civile di malta bastarda, cementizia o equivalente, intonaco a gesso, nuovo o già rivestito con altre pitturazioni (previa preparazione con pulizia ed applicazione di idoneo fissativo uniformante e/o consolidante), elementi prefabbricati in conglomerati cementizi a superficie compatta, uniforme e piana, legno truciolare. Nel caso in cui si proceda alla tinteggiatura di manufatti di chiaro interesse storico, artistico, archeologico, o documentario posti sotto tutela, se non diversamente specificato dalla D.L., dovrà essere vietato l'utilizzo di idropitture acriliche.

BOIACCA PASSIVANTE

Boiacca passivante anticarbonatante, pennellabile per la protezione dell'armatura di strutture in cemento armato normalmente caratterizzata da colori vivaci (arancio, azzurro, verde ecc.). Il prodotto potrà essere monocomponente, esente da nitrati, da miscelare con sola acqua (quantità variabile tra 0,3 e 0,5 l/kg), o bicomponente (A = miscela di cemento o leganti idraulici ad elevata resistenza, polveri silicee con idonea curva granulometrica, inibitori di corrosione, B = polimeri in dispersione acquosa; rapporto tra A e B variabile da 2:1 a 3:1); in ogni caso le caratteristiche minime della boiacca dovranno essere: adesione all'armatura ed al cls > 2,5 N/mm², resistenza alla nebbia salina dopo 120 h nessuna corrosione, pH > 12, tempo di lavorabilità a 20 °C e 50% U.R. circa 40-60 min, temperatura limite di applicazione tra +5 °C e +35 °C, classe 0 di reazione al fuoco. Lo strato minimo di protezione di tale pittura dovrà essere di almeno 1 mm.

Art. 7.10 - Vernici

Per vernice dovranno intendersi tutti gli impregnanti, i consolidanti e gli idrorepellenti; in genere utilizzati su legno, pietre naturali, cemento armato a vista, intonaci e su altri supporti murari quando si vorrà aumentarne la consistenza l'impermeabilità o l'idrorepellenza. I prodotti vernicianti dovranno essere classificati in rivestimenti incorporati (impregnanti superficiali: idrorepellenti, consolidanti, mordenti e primer per supporti in legno, conglomerati legati con calce e/o cemento come intonaci cementi decorativi e calcestruzzi) e rivestimenti riportati (smalti, flatting, "pitture").

VERNICI NATURALI E SINTETICHE

Le vernici dovranno creare una pellicola trasparente, lucida od opaca. Di norma si otterranno per sospensioni di pigmenti e delle cariche (talco, quarzo, caolino ecc.) in soluzioni organiche di resine naturali (coppale, colofonia, trementina benzoino, mastice ecc.) o sintetiche, (acriliche, alchidiche, oleoalchidiche, cloroviniliche, epossidiche, poliuretani, poliesteri, fenoliche, siliconiche ecc.). La percentuale di veicolo (legante + solvente) dovrà di norma essere pari al 50%, nel caso di verniciature per esterno, la composizione dovrà essere: 40% di pigmento e 60% di veicolo caratterizzato da resistenze particolari agli agenti atmosferici ed agli agenti alcalini. Le vernici per gli interni dovranno essere a base di essenza di trementina e gomme pure di qualità scelte; disciolte nell'olio di lino dovranno presentare una superficie brillante. Dovrà essere fatto divieto l'impiego di gomme prodotte da distillazione.

Di norma le vernici essiccheranno con rapidità formando pellicole molto dure. Dovranno essere resistenti agli agenti atmosferici, alla luce ed agli urti; essere utilizzate dietro precise indicazioni della D.L. che dovrà verificarne lo stato di conservazione una volta aperti i recipienti originali.

SMALTI

Prodotti di natura vetrosa composti da silicati alcalini: alluminio, piombo, quarzo, ossido di zinco, minio ecc.; si utilizzeranno per eliminare la porosità superficiale della ceramica e/o per decorarla. All'interno di questa categoria rientreranno anche gli smalti sintetici: miscele di resine termoindurenti sciolte in acquaragia insieme ai pigmenti; queste sostanze dovranno possedere forte potere coprente, avere le caratteristica di essiccare in poche ore (intorno alle 6 ore), facilità di applicazione, luminosità e resistere agli urti per diversi anni anche all'esterno.

VERNICE ANTIRUGGINE E ANTICORROSIVE

Dovranno essere rapportate al tipo di materiale da proteggere ed alle condizioni ambientali. Il tipo di vernice da impiegare su ferro e sue leghe dovrà essere indicato dalla D.L., se non diversamente specificato si intenderà a base di resine gliceroftaliche a caucciù clorurato, plastificanti in saponificabili e pigmenti inibitori della corrosione, fosfato basico di zinco ed ossido di ferro rosso. La vernice dovrà risultare sovraverniciabile (entro sei-otto giorni dall'applicazione) con pitture a smalto oleosintetiche, sintetiche e al clorocaucciù. L'applicazione di tale vernice potrà avvenire sia a pennello (consigliata) sia a rullo, in entrambi i casi lo spessore minimo di pellicola secca per strato dovrà essere di 25 mm, ottenibile da pellicola umida di 70-80 mm mentre lo spessore massimo sarà di 40 mm, ottenibile da pellicola umida di 110-120 mm.

Art. 7.11 - Additivi

Gli additivi per malte e calcestruzzi dovranno essere sostanze chimiche che, aggiunte in dosi calibrate, risulteranno capaci di modificarne le proprietà (lavorabilità, impermeabilità, resistenza, durabilità, adesione ecc.). Dovranno essere forniti in recipienti sigillati con indicati il nome del produttore, la data di produzione, le modalità di impiego. Gli additivi dovranno, inoltre, possedere caratteristiche conformi a quelle prescritte dalle rispettive norme UNI (UNI

7101, UNI EN 480/2-10) e dal DM 26 marzo 1980. Gli additivi per iniezione sono classificati dalla norma UNI EN 934-4/2001. Gli additivi sono classificati in funzione alle loro proprietà:

a) fluidificanti: (norma UNI 7102, 7102 FA 94-80) migliorano la lavorabilità dell'impasto, tensioattivi in grado di abbassare le forze di attrazione tra le particelle della miscela, diminuendo, in questo modo, l'attrito nella fase di miscelazione e di conseguenza la quantità d'acqua (riduzione rapporto. Acquacemento del 5%) vengono denominati anche riduttori d'acqua. I fluidificanti potranno essere miscelati tra loro in svariati modi (ad es. fluidificanti-aeranti UNI 7106, 7106 FA 96-80, fluidificanti-ritardanti UNI 7107, 7107 FA 97-80, fluidificanti-acceleranti UNI 7108, 7108 FA 98-80);

b) superfluidificanti: (norma UNI 8145, 8145 FA 124-83) permettono un'ulteriore diminuzione dell'acqua nell'impasto rispetto ai fluidificanti normali, rapporto di riduzione acqua-cemento fino al 20-40%. Sono, in genere, costituiti da miscele di polimeri di sintesi mischiati con altre sostanze come la formaldeide.

c) porogeni-aeranti: (norma UNI 7103, 7106 FA 96-80) in grado di creare micro e macro bolle d'aria ad elevata stabilità all'interno della massa legante 0,30-0,60 kg per 100 kg di legante saranno sufficienti per ottenere un'introduzione di aria del 4-6% (limite massimo di volume di vuoto per calcestruzzi al fine di mantenere le resistenze meccaniche entro valori accettabili); per rinzaffi ed arricci di intonaci macroporosi deumidificanti la percentuale d'aria dovrà salire fino al 30-40%. Questo tipo di additivo risulterà in grado di facilitare, prima della presa, la lavorabilità nonché evitare la tendenza alla essudazione ovverosia il processo di sedimentazione della malta fresca nel periodo precedente all'indurimento. Il limite di questo additivo risiede nel progressivo riempimento delle microbolle con materiali di idratazione;

d) acceleranti: (norma UNI 7105) agiscono sull'idratazione aumentandone la velocità, si distingueranno in acceleranti di presa ed acceleranti di indurimento. I più comuni sono costituii da silicato o carbonato di sodio e/o di potassio, cloruro di calcio (additivo antigelo uni 7109);

e) ritardanti: (norma UNI 7104, 7104 FA 95-80) loro scopo è ritardare l'idratazione quindi la presa al fine di consentire un tempo più lungo di lavorabilità, potranno essere di origine organica e inorganica;

f) plastificanti: sostanze solide allo stato di polvere sottile di pari finezza di quella del legante, miglioreranno la viscosità, la stabilità e l'omogeneità dell'impasto aumentando la coesione tra i vari componenti e diminuendo lo spurgo dell'acqua;

g) espansivi: (norma UNI 8146-8149) gli agenti espansivi comprendono un ampio ventaglio di prodotti preconfezionati (prevalentemente di natura organica) che, pur non essendo propriamente additivi potranno, in qualche misura rientrare ugualmente nella categoria. La caratteristiche principale e quella di essere esenti da ritiro.

Per le modalità di controllo ed accettazione il Direttore dei Lavori potrà far eseguire controlli (anche parziali) su campioni di fornitura od accettare l'attestazione di conformità alle norme secondo i criteri dell'art. 6.1 del presente Capo.

Art. 7.12 - Impregnanti per la protezione e l'impermeabilizzazione

Tali prodotti andranno applicati, solo in caso di effettivo bisogno, su murature e manufatti

eccessivamente porosi esposti agli agenti atmosferici, all'aggressione di umidità da condensa, di microrganismi animali e vegetali. Le operazioni andranno svolte su superfici perfettamente asciutte con una temperatura intorno ai 20 °C. Si potranno applicare a pennello, ad airless, per imbibizione completa e percolamento. Gli applicatori dovranno agire con la massima cautela, dotati di adeguata attrezzatura protettiva, nel rispetto delle norme antinfortunistiche e di prevenzione.

I prodotti utilizzabili per i trattamenti di protezione, di norma, dovranno possedere le seguenti caratteristiche comprovate da prove ed analisi da eseguirsi in laboratorio o direttamente in cantiere:

– basso peso molecolare ed un elevato potere di penetrazione;
– buona resistenza all'attacco fisico-chimico degli agenti atmosferici;
– buona resistenza chimica in ambiente alcalino;
– assenza di effetti collaterali e della formazione di sottoprodotti di reazione dannosi (produzione di sali);
– perfetta trasparenza ed inalterabilità dei colori;
– traspirazione tale da non ridurre, nel materiale trattato, la preesistente permeabilità ai vapori oltre il valore limite del 10%;
– non tossicità.

I protettivi più efficaci per i materiali lapidei (naturali ed artificiali tipo intonaci e cotti) apparterranno fondamentalmente alla classe dei composti organici e dei composti a base di silicio, la scelta sarà in ragione alle problematiche riscontrate. Sarà sempre opportuno, ad applicazione, avvenuta, provvedere ad un controllo (cadenzato nel tempo) sulla riuscita dell'intervento onde verificarne l'effettiva efficacia.

Art. 7.13 - Materiali per rivestimenti e/o trattamento lacune interni ed esterni

Si definiscono prodotti per rivestimenti quelli utilizzati per realizzare i sistemi di rivestimento verticali (pareti, facciate) ed orizzontali (controsoffitti) del fabbricato.

I prodotti potranno essere distinti:

- a seconda del loro stato fisico in:
    - fluidi o pastosi (intonaci, malte da stuccatura, tinture, pitture ecc.).
    - rigidi (rivestimenti in pietra, ceramica, alluminio, gesso ecc.);
    - flessibili (carte da parati, tessuti da parati ecc.);
- a seconda della loro collocazione:
    - per esterno;
    - per interno.
- a seconda della loro collocazione nel sistema di rivestimento:
    - di fondo;
    - intermedi;
    - di finitura.

I prodotti di seguito elencati, saranno valutati al momento della fornitura. La D.L. ai fini della loro accettazione, potrà procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura ovvero richiedere un attestato di conformità. Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova si farà riferimento alle norme UNI vigenti.

PRODOTTI FLUIDI O IN PASTA

Impasti: intonaci, malte da stuccatura o da ripristino ovverosia composti realizzati con malta costituita da un legante (grassello di calce, calce idrata, calce idraulica naturale, cemento, gesso) o da più leganti (malta bastarda composta da grassello di calce e calce idraulica naturale rapporto 2-3:1; calce idraulica naturale e cemento rapporto 2-1:1; grassello di calce e gesso; calce idraulica naturale e gesso) da un inerte (sabbia, polvere o granuli di marmo, coccio pesto, pozzolana ecc.) in rapporto variabile, secondo le prescrizioni di progetto, da 1:3 a 1:1; la malta potrà essere eventualmente caricata da pigmenti o terre coloranti (massimo 5% di pigmenti minerali ricavati dalla macinazione di pietre o 10% di terre) e/o da additivi di vario genere (fluidificanti, aeranti ecc.). Nel caso in cui il pigmento dovesse essere costituito da pietra macinata, questo potrà sostituire parzialmente o interamente l'inerte.

Tabella 20.1 Composizione indicativa in volume di malte a base di calce

Leganti		Inerti						
Calce area in pasta	Calce idraulica naturale	Sabbione	Sabbia grana fine	Pietra calcarea macinata gr. media	Polvere di marmo	Coccio pesto macinato gr. media	Coccio pesto macinato gr. fine	Pozzolana
	1		2					
2	1	5						
1					2			
0,5	0,5			2		1		
1								3
	3		1					2
3	1	4				4		
1			1				2	
0,5	0,5		1	1		1		
	1		2					1
2	1		1				4	
2	0,50		1		2			
1							1,5	
1	0,5	0,5		2	1	1		
0,5	0,5		2	1				
1	1		2	2				1
0,5	0,5				0,25			1
Sabbione asciutto (granulometria: 2 parti 1,5-5 mm+1 parte 0,5-1,2)								
Sabbia vagliata fine (granulometria 0,5 a 0,8 mm)								

Tabella 20.2 Composizione indicativa in volume di malte bastarde (calce + cemento)

Legante			**Inerte**					
Calce area in pasta	Calce idraulica naturale	Cemento bianco	Sabbione	Sabbia grana fine	Polvere di marmo	Coccio pesto macinato gr. media	Coccio pesto macinato gr. fine	Pietra calcarea macinata gr. media
	1	2	5					
	2	1	6					
1		0,10	2,5					
1		0,25		0,25			2	
0,25	1	0,25		2	1			
0,50		0,50			1	1		
1	0,50	0,50			4			
2		0,50			3			
2		0,50				4		

Legante			**Inerte**					
Calce area in pasta	Calce idraulica naturale	Cemento bianco	Sabbione	Sabbia grana fine	Polvere di marmo	Coccio pesto macinato gr. media	Coccio pesto macinato gr. fine	Pietra calcarea macinata gr. media
0,50		0,50			1	1		1
0,50		0,50		1	1			1
	0,50	0,50			0,25	1		
	0,50	0,50		2				1
0,50	0,50	1	1			1		0,75

Gli impasti sopra descritti dovranno possedere le caratteristiche indicate nel progetto e quantomeno le caratteristiche seguenti:

- presentare un'ottima compatibilità chimico-fisica sia con il supporto sia con eventuali parti limitrofe (specialmente nel caso di rappezzo di intonaco). La compatibilità si manifesterà attraverso il coefficiente di dilatazione, la resistenza meccanica e lo stato fisico dell'impasto (granulometria inerte, tipologia di legante ecc.);
- avere una consistenza tale da favorire l'applicazione;
- aderire alla struttura muraria senza produrre effetto di slump e legarsi opportunamente a questa durate la presa;
- essere sufficientemente resistente per far fronte all'erosione, agli inconvenienti di origine meccanica e agli agenti degradanti in genere;
- contenere il più possibile il rischio di cavillature (dovrà essere evitato l'utilizzo di malte troppo grasse);
- opporsi al passaggio dell'acqua, non realizzando un rivestimento di sbarramento completamente impermeabile, ma garantendo al supporto murario la necessaria traspirazione dall'interno all'esterno;
- presentare un aspetto superficiale uniforme in relazione alle tecniche di posa utilizzate.

Per ulteriori indicazioni inerenti la caratterizzazione e la composizione di una malta da utilizzare in operazioni di restauro si rimanda a quanto enunciato nelle norme UNI 10924, 11088-89.

Per i prodotti forniti premiscelati la rispondenza alle norme UNI vigenti sarà sinonimo di conformità alle prescrizioni predette; per gli altri prodotti varranno i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla D.L.

Prodotti vernicianti: i prodotti applicati allo stato fluido, costituiti da un legante (naturale o sintetico), da una carica e da un pigmento o terra colorante che, passando allo stato solido, formeranno una pellicola o uno strato non pellicolare sulla superficie. Si distingueranno in:

- tinte, se non formeranno pellicola e si depositeranno sulla superficie;
- impregnanti, se non formeranno pellicola e penetreranno nelle porosità del supporto;
- pitture, se formeranno pellicola ed avranno un colore proprio;
- vernici, se formeranno pellicola e non avranno un marcato colore proprio;
- rivestimenti plastici, se formano pellicola di spessore elevato o molto elevato (da 1 a 5 mm circa), avranno colore proprio e disegno superficiale più o meno accentuato. Questo ultimo tipo di rivestimento dovrà essere utilizzato solo dietro specifica autorizzazione della D.L. e degli organi di tutela del manufatto oggetto di trattamento.

I prodotti vernicianti dovranno possedere valori adeguati delle seguenti caratteristiche, in funzione delle prestazioni loro richieste:

- dare colore in maniera stabile alla superficie trattata;
- avere funzione impermeabilizzante;
- presentare un'ottima compatibilità chimico-fisica con il supporto;
- essere traspiranti al vapore d'acqua;
- impedire il passaggio dei raggi U.V.;
- ridurre il passaggio della CO2;
- avere adeguata reazione e/o resistenza al fuoco (quando richiesto);
- avere funzione passivante del ferro (quando richiesto);
- resistenza alle azioni chimiche degli agenti aggressivi (climatici, inquinanti);
- resistere (quando richiesto) all'usura.

I limiti di accettazione saranno quelli prescritti nel progetto od in mancanza quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dalla D. L. I dati si intenderanno presentati secondo le norme UNI 8757 e UNI 8759 ed i metodi di prova saranno quelli definiti nelle norme UNI vigenti.

PRODOTTI RIGIDI

a) Per le piastrelle di ceramica varrà quanto riportato nell'art. 10.2 ("Piastrelle di ceramica per pavimentazioni") del presente Capo, tenendo conto solo delle prescrizioni valide per le piastrelle da parete.

b) Per le lastre di pietra varrà quanto riportato nel progetto circa le caratteristiche più significative e le lavorazioni da apportare. "Prodotti pietra naturale per pavimentazioni" (in particolare per le tolleranze dimensionali e le modalità di imballaggio). Dovranno, comunque, essere previsti gli opportuni incavi, fori ecc. per il fissaggio alla parete e gli eventuali trattamenti di protezione.

c) Per gli elementi di metallo o materia plastica varrà quanto riportato nel progetto. Le loro prestazioni meccaniche (resistenza all'urto, abrasione, incisione), di reazione e resistenza al fuoco, di resistenza agli agenti chimici (detergenti, inquinanti aggressivi ecc.) ed alle azioni termoigrometriche saranno quelle prescritte in norme UNI in relazione all'ambiente (interno/esterno) nel quale saranno collocati ed alla loro quota dal pavimento (o suolo), oppure in loro mancanza varranno quelle dichiarate dal fabbricante ed accettate dalla D.L. Saranno, inoltre, predisposti per il fissaggio in opera con opportuni fori, incavi ecc. Per gli elementi verniciati, smaltati ecc. le caratteristiche di resistenza all'usura, ai viraggi di colore ecc. saranno riferite ai materiali di rivestimento. La forma e costituzione dell'elemento saranno tali da ridurre al minimo fenomeni di vibrazione, produzione di rumore tenuto anche conto dei criteri di fissaggio.

Art. 7.14 - Materiali diversi (sigillanti, adesivi, geo-tessuti, tessuti-non-tessuti)

I prodotti del presente articolo, dovranno essere considerati al momento della fornitura. La D.L. ai fini della loro accettazione, potrà procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura ovvero, richiedere un attestato di conformità della stessa alle prescrizioni di seguito indicate. Per il campionamento dei prodotti ed i metodi di prova dovrà essere fatto riferimento ai metodi UNI esistenti.

SIGILLANTI

La categoria dei sigillanti comprenderà i prodotti impiegati per colmare, in forma continua e durevole, i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua ecc. Oltre a quanto specificato negli elaborati di progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, i sigillanti dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche:

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

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intenderà comprovato allorché il prodotto risponderà agli elaborati di progetto od alle norme UNI 9611, UNI EN ISO 9047, UNI EN ISO 10563, UNI EN ISO 10590, UNI EN ISO 10591, UNI EN ISO 11431, UNI EN ISO 11432, UNI EN 28339, UNI EN 28340, UNI EN 28394, UNI EN 29046, UNI EN 29048 e/o in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza si farà rimando ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla D.L.

ADESIVI

La categoria degli adesivi comprenderà i prodotti utilizzati per ancorare un elemento ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche ecc. dovute alle condizioni ambientali ed alla destinazione d'uso. Saranno inclusi in questa categoria gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per altri usi e per diversi supporti (murario, ferroso, legnoso ecc.); non saranno, invece, inclusi fuori gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti. Oltre a quanto specificato negli elaborati di progetto, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, gli adesivi dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto sul quale si applicheranno;
- durabilità ai cicli termoigrometrici prevedibili nelle condizioni di impiego intesa come decadimento delle caratteristiche meccaniche tale da non pregiudicare la loro funzionalità;
- durabilità alle azioni chimico-fisiche dovute ad agenti aggressivi presenti nell'atmosfera o nell'ambiente di destinazione;
- caratteristiche meccaniche adeguate alle sollecitazioni previste durante l'uso.

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intenderà comprovato quando il prodotto risponderà alle seguenti norme UNI:

- UNI EN 1372, UNI EN 1373, UNI EN 1841, UNI EN 1902, UNI EN 1903, in caso di adesivi per rivestimenti di pavimentazioni e di pareti;
  UNI EN 1323, UNI EN 1324, UNI EN 1346, UNI EN 1347, UNI EN 1348, in caso di adesivi per piastrelle;
  UNI EN 1799 in caso di adesivi per strutture di calcestruzzo.

In alternativa, ovvero in aggiunta il soddisfacimento delle prescrizioni predette, si intenderà attestato allorché il prodotto risulterà in possesso di attestati di conformità; in loro mancanza dovrà essere fatto riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla D.L.

GEO-TESSUTI

La categoria dei geo-tessuti comprenderà i prodotti, ottenuti dalla combinazione di fibre di poliestrere e caratterizzati da una forte resistenza alla trazione, di norma utilizzati per costituire strati filtranti, di separazione (interfaccia tra strati archeologici e strati di materiale di riporto), contenimento, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, rinterri di scavi ecc.) ed in coperture ovvero per foderature. Si distingueranno in:

- tessuti (UNI sperimentale 8986): stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);
- non tessuti (UNI 8279): feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si avranno non tessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo.

Salvo diverse specifiche presenti negli elaborati di progetto, ovvero negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intenderanno forniti se risponderanno alle seguenti caratteristiche:

- tolleranze sulla lunghezza e larghezza: ± 1%;
- spessore: ± 3%;
- resistenza a trazione ..... (non tessuti: UNI 8279-4);
- resistenza a lacerazione ..... (non tessuti: UNI 8279-9; tessuti 7275);
- resistenza a perforazione con la sfera ..... (non tessuti: UNI 8279-11; tessuti: UNI 5421);
- assorbimento dei liquidi ..... (non tessuti: UNI 8279-5);
- ascensione capillare ..... . (non tessuti: UNI 8279-7);
- variazione dimensionale a caldo ..... (non tessuti: UNI 8279-12);
- permeabilità all'aria ..... (non tessuti: UNI 8279-3);

Nota per il compilatore: completare l'elenco e/o eliminare le caratteristiche superflue. Indicare i valori di accettazione ed i metodi di controllo per ogni singola tipologia di geotessuto facendo riferimento alle norme UNI e/o CNR esistenti ed in loro mancanza a quelle della letteratura tecnica (in primo luogo le norme internazionali ed estere).

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intenderà confermato allorché il prodotto risponderà alle norme UNI sopra indicate ovvero sarà in possesso di attestato di conformità; in loro mancanza dovrà essere fatto riferimento ai valori dichiarati dal produttore ed accettati dalla D.L.

Dovrà, inoltre, essere sempre specificata la natura del polimero costituente (poliestere, polipropilene, poliammide ecc.).

Per i non tessuti dovrà essere precisato:

– se sono costituiti da filamento continuo o da fiocco;

– se il trattamento legante è meccanico, chimico o termico;

– il peso unitario.

TESSUTI-NON-TESSUTI

Prodotti composti da sottili filamenti di Polipropilene stabilizzato ai raggi U.V., saldati tra loro per termopressione.

Si presenteranno come teli non tessuti, ma formati da una massa disordinata molto morbida

e resistente, traspirante e alcuni potranno essere dotati di una buona permeabilità all'acqua. Nelle grammature medio basse (15-30 g/m²) potranno essere utilizzati per protezione a contatto di reperti mobili.

Art. 7.15 - Solventi

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

Per utilizzare, manipolare e/o conservare i suddetti prodotti si dovrà, obbligatoriamente, fare riferimento a quanto indicato sulle relative etichette e schede di sicurezza. I prodotti dovranno, inoltre, essere ad esclusivo uso di personale professionalmente qualificato. In ogni caso dovranno sempre essere utilizzati i dpi (dispositivi di sicurezza individuali) adeguati a protezione della pelle, degli occhi, del viso e delle vie respiratorie.

I solventi potranno essere suddivisi in due sottocategorie ovvero: solventi polari e solventi apolari.

- Acetato di amile solvente polare aprotico, penetrante volatile a media ritenzione. Ottimo per la rimozione di resine nitrocellulosiche, resine naturali non invecchiate, resine sintetiche. Infiammabilità +25 °C.
- Acetato di butile solvente polare aprotico, penetrante volatile a bassa ritenzione. Molto efficace per la rimozione di resine nitrocellulosiche, resine naturali non invecchiate, resine sintetiche. Infiammabilità +22 °C.
- Acido acetico liquido incolore di odore pungente, miscelabile con acqua. In forma concentrata (a titolo superiore al 99%) e detto acido acetico glaciale (congela a temperatura ambiente) solvente a Ph acido utilizzabile per la pulitura di patine carbonatiche o per la pulitura di superfici affrescate. Tf = 16,6 °C; Teb = +118,1 °C.

- Acetato di etile solvente polare aprotico, penetrante volatile a bassa ritenzione di odore gradevole e caratteristico. Ottimo per la rimozione di resine nitrocellulosiche, resine naturali non invecchiate, resine sintetiche. Infiammabilità –3 °C.
- Acetone anidrite solvente polare, volatile atossico utilizzabile sia per la rimozione di olii, cere, grassi, resine naturali e sintetiche, inchiostri e per diluizione di vernici e prodotti a base di resine sintetiche protettive e/o consolidanti. Presenta un ottimo potere solvente, miscibile con molti liquidi può essere impiegato come solvente intermediario. Tf = –94 °C; Teb = +56,5 °C; Ve (relativa all'etere) = 1,9; ds = 10,0.
- Acqua ragia minerale solvente apolare utilizzato come diluente di altri solventi o di vernici ovvero come solvente per resine. La versione dearomatizzato presenterà una tossicità inferiore; sarà, comunque, consigliabile utilizzarlo in ambiente areato.
- Alcool benzilico solvente a moderata tossicità, attivo per la rimozione di resine naturali e sintetiche, nonché per alcune sostanze di natura proteica. Valida alterativa alla dimetilformammide.
- Alcool butilico solvente polare protico, non molto volatile, a media ritenzione e media penetrazione. Buon potere solvente verso grassi, olii, resine naturali, comprese coppali e gommalacca.
- Alcool etilico denaturato 99% (Etanolo) solvente polare protico atossico risulta infiammabile, volatile e miscibile con acqua, acetone, etere usato efficace per la rimozione di resine naturali, comprese coppali e gommalacca. Tf = –117 °C; Teb = +78,3 °C; Ve (relativa all'etere) = 7; ds = 12,7.
- Alcool isopropilico solvente polare protico atossico impiegabile per la diluizione di reattivi, protettivi e consolidanti.
- Benzina rettificata 100/140 solvente idrocarburico apolare mediamente volatile utilizzato per la rimozione di cere, paraffina, bitumi e grassi. Per benzina si intende miscele di idrocarburi saturi o limitatamene insaturi, più o meno ramificati, che si raccolgono nelle frazioni basso bollenti del petrolio (da 30 a 200 °C).
- Cloroformio liquido limpido, incolore, volatile di odore etereo, tossico. Ottimo solvente per oli, resine e grassi. Come tutti i solventi clorurati deve essere protetto dalla luce del sole. Data la sua tossicità se ne consiglia un uso limitato e controllato. Teb = +61,3 °C; Ve (relativa all'etere) = 2,2; ds = 9,3
- Cloruro di metilene solvente apolare volatile presenta una forte azione su materiali grassi, media azione su resine naturali. Al fine di diminuire la volatilità può essere impiegato in miscela con materiali addensanti.
- Diacetone alcool solvente incolore, inodore, mediamente polare tossico miscibile con acqua, presenta un punto di ebollizione elevato ed un buon potere solvente nei confronti di resine e alcune sostanze proteiche e polisaccaridiche. Data la sua tossicità se ne consiglia un uso limitato e controllato.
- Diluente nitro antinebbia miscela di vari solventi (toluene, acetone, dicloropropano, alcool isopropilico) alcuni tossici a polarità media a rapida evaporazione, possiede un buon potere solvente per vernici nitro e sintetiche in generale, olii ed alcuni materiali proteici.
- Dimetilformammide solvente polare aprotico altamente tossica, di odore sgradevole, miscibile con acqua, esteri, alcoli, etere, chetoni, idrocarburi aromatici e clorurati. Solvente indicato per moltissimi polimeri fra cui, resine epossidiche, poliuretaniche, e viniliche. Data la sua alta tossicità se ne consiglia un uso limitato e controllato adottando le massime precauzioni di manipolazione ed aerazione.
- Esano denaturato idrocarburo alifatico di odore leggero, volatile. Ottimo solvente per cere, grassi, vernici.Tf = –95 °C; Teb = +69 °C.
- Essenza di petrolio solvente apolare usato come diluente di altri solventi o di vernici, come solvente per resine o per saturare, temporaneamente, un colore. Non lascia residui evaporando. La versione dearomatizzato presenterà una tossicità inferiore; sarà, comunque, consigliabile utilizzarlo in ambiente areato.

- Essenza di trementina solvente apolare, incolore la versione rettificata debolmente giallo la versione pura, di odore caratteristico, efficace sia come diluente per colori ad olio sia per la rimozione di vernici, grassi e parzialmente cere e paraffine.
- Etere etilico composto organico ottenuto per disidratazione dell'alcool etilico con acido solforico. Liquido incolore, di odore pungente, pochissimo miscelabile con acqua miscibile con solventi organici molto volatile e molto infiammabile. Utilizzabile come solvente per grassi, resine, cere e gomme. Tf = – 116 °C; Teb = +34,6 °C.
- Etil laccato solvente ottimo per la diluizione e la rimozione di colori e vernici. Utilizzabile come ottima alternativa al più tossico xilolo nella pulitura di superfici policrome.
- Limonane solvente polare atossico con elevato potere sgrassante, utilizzabile in percentuale opportuna insieme ad altri così da ottenere miscele di polarità calcolata, ad es. come alternativa al diluente nitro o la clorotene.
- Ligroina solvente idrocarburico apolare impiegato tal quale o come diluente per altri solventi e per la pulitura di manufatti policromi. Valida alternativa all'essenza di petrolio.
- Meilpirrolidone solvente ammidico penetrante, mediamente polare, nocivo, solvente molto forte per vernici, polimeri acrilici e resine; miscibile con essenza di petrolio, white spirit, alcool etilico. Solubile in acqua si rileva un ottimo sostituito della dimetilformammide.
- Metiletilchetone solvente polare aprotico penetrante, incolore con odore caratteristico (simile all'acetone). Omologo superiore all'acetone presenta, rispetto a quest'ultimo, una minore volatilità. Impiegabile per la rimozione o la diluizione di olii, cere, resine naturali e sintetiche (epossidiche, fenoliche, acriliche ecc.), inchiostri. ds = 9,3.
- Toluene, Toluolo solvente apolare, di odore caratteristico (simile al benzene) ottimo per la rimozione di resine naturali fresche, resine sintetiche, olii, grassi, cere e paraffine. Esente da benzene, contiene il 10% di dicloropropano. Teb = +110,6 °C; Ve (relativa all'etere) = 4,5; ds = 8,9.
- Tributilsolfato liquido leggero, incolore, inodore, stabile. Impiagato come agente bagnate prima dell'iniezione delle malte per affreschi ed intonaci murali, può essere impiegato anche come coadiuvante per la macinazione dei pigmenti e per facilitare la dispersione degli stessi in acqua. Miscibile con la maggior parte dei solventi e diluenti si rileva un buon solvente per lacche, resine viniliche ed inchiostri. È inoltre un sequestratore per solfati, 1 ml si scioglie in circa 165 ml di acqua.
- Tricloroetano liquido limpido, incolore, di odore etereo caratteristico. Solvente non infiammabile ottimo per oli, grassi, cere e resine sia naturali che artificiali. È moderatamente volatile e offre scarsi fenomeni di ritenzione.
- Tricloroetilene (trielina) liquido limpido, di odore caratteristico che ricorda il cloroformio. Buon solvente per olii, grassi, cere, bitumi. Impiegato per la pulitura e grassaggio di metalli e tessuti. Presenta, inoltre, un effetto insetticida.
- Xilene, Xilolo solvente apolare aprotico, di odore caratteristico ottimo per la rimozione di resine naturali fresche, resine sintetiche, olii, grassi, cere e paraffine. Esente da benzene, contiene il 10% di dicloro propano. ds = 8,8.
- White spirit (ragia dearomatizzato) miscela di idrocarburi, liquido limpido di odore caratteristico. Insolubile in acqua ma miscibile con la maggior parte dei solventi organici. Le miscele più utilizzate saranno le cosiddette miscela 2A formata da acqua, ammoniaca (al 6%); miscela 3A formata da acqua, acetone, alcool etilico puro (di norma in rapporto 1:1:1), miscela 4° formata da acqua, acetone, alcool etilico puro, ammoniaca al 6% (in rapporto 1:1:1:1). Tutti i rapporti indicati sono da considerarsi orientativi e potranno essere modificati ribilanciando i componenti.

Nota per il compilatore: l'abbreviazione Tf indica la temperatura di fusione; Teb indica la temperatura di ebollizione; Ve indica la velocità di evaporazione relativa all'etere; ds indica il parametro di solubilità.

Art. 7.16 - Acqua per lavori di puliture

Per la pulitura di manufatti, dovrà essere utilizzata, in generale acqua assolutamente pura, dolce, priva di sali e calcari, con un pH neutro e una durezza inferiore al 2%. Dovranno essere utilizzate: in presenza di calcari teneri acque più dure, acque a grana fine dove si riscontreranno problemi di solubilità di carbonato di calcio mentre, per i graniti e le rocce silicate potrà essere utilizzata acqua distillata ovvero deionizzata ottenuta tramite l'utilizzo di appositi filtri contenenti resine scambiatrici di ioni acide (RSO3H) e basiche (RNH3OH) rispettivamente. Il processo di deionizzazione non renderà le acque sterili, nel caso in cui sia richiesta sterilità, potranno essere ottenute acque di quel tipo, operando preferibilmente per via fisica.

La produzione di acqua deionizzata si potrà effettuare in cantiere tramite utilizzo di specifica

apparecchiatura con gruppo a resine a scambio ioniche di portata sufficiente a garantire una corretta continuità di lavoro.

Art. 7.17 - Spugne per puliture a secco

Queste spugne specifiche per la pulitura a secco di superfici delicate (affreschi, superfici decorate con graffiti) costituite da una massa di consistenza più o meno morbida e spugnosa (secondo del tipo prescelto), normalmente di colore giallo chiaro, supportata da una base rigida di colore blu. La massa spugnosa dovrà, necessariamente essere esente da ogni tipo di sostanza dannosa, presentare un pH neutro e contenere saktis (sorta di linosina), lattice sintetico, olio minerale, prodotti chimici vulcanizzati e gelificanti legati chimicamente. L'utilizzo di queste spugne consentirà di asportare, oltre ai normali depositi di polvere, il nero di fumo causato da candele d'altari e da incensi mentre non saranno adatte per rimuovere un tipo di sporco persistente (ad es., croste nere) e sostanze penetrate troppo in profondità.

I criteri di accettazione saranno quelli enunciati nell'ultimo capoverso dell'articolo 15 del presente capo, inoltre, la fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Art. 7.18 - Carta giapponese

Carta molto leggera a base di fibre di riso, dotata di robustezza disponibile in commercio in diversi spessori e pesi minimo 6 gr/m² massimo 110 gr/m². Queste carte serviranno da filtro per operazioni di puliture su superfici delicate o in avanzato stato di degrado, inoltre si rileveranno utili per velinature ovvero per operazioni di preconsolidamento.

I criteri di accettazione I prodotti del presente articolo, dovranno essere considerati al momento della fornitura. La D.L. ai fini della loro accettazione, potrà procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura ovvero, richiedere un attestato di conformità della stessa. La fornitura dovrà essere accompagnata da apposito foglio informativo che segnali il nome del fornitore e la rispondenza alle caratteristiche richieste.

Art. 7.19 - Materiali vari premiscelati

MALTA PREMISCELATA PER INIEZIONI DI CONSOLIDAMENTO E RIADESIONE DI INTONACI

La malta da iniezione dovrà essere composta da calci naturali e leganti idraulici speciali, chimicamente

stabili ed a bassissimo contenuto di sali solubili, inerti silicei, ardesia, pozzolana superventilata e da una

speciale combinazione di additivi fluidificanti, ritentivi ed aeranti. La speciale formulazione, prodotta in

dispersione planetaria 1/10.000 per un tempo inferiore a 20 minuti, dovrà formare un premiscelato omogeneo di colore grigio chiaro. Il prodotto, dovrà, inoltre, presentare un'ottima penetrabilità nelle

murature senza preliminare bagnatura dei supporti, facile pulitura delle fuoriuscite, compatibilità chimico/meccanica con calce e pozzolana, bassa resistenza meccanica, assenza di efflorescenze anche in ambienti molto umidi. La malta dovrà essere impastata energicamente (per circa 3 minuti) con acqua demineralizzata (sarà consigliabile filtrare la boiacca ottenuta al fine di eliminare eventuali piccoli grumi formatisi in fase di impasto). Il prodotto non dovrà essere addizionato nella preparazione e posa con nessun altro componente oltre all'acqua di impasto e non dovrà essere assolutamente aggiunta acqua una volta che avrà iniziato la presa. Sarà consigliabile utilizzare siringhe con aghi di tipo

veterinario (diametro di uscita superiore ai 2 mm).

Il premiscelato, per la particolarità dell'applicazione, deve essere sperimentato da almeno 10 anni in ricerche promosse dal Ministero BB.AA.CC. Del prodotto utilizzato dovranno essere dichiarate le principali caratteristiche chimico-fisiche, i luoghi e la data dell'avvenuta sperimentazione. Il produttore dovrà, inoltre, fornire gli elaborati relativi all'attività di ricerca svolta, ratificati dall'Ente pubblico preposto al controllo della stessa.

Le caratteristiche chimico-fisiche medie dovranno essere: peso specifico 1,02 kg/dm³, lavorabilità 1 h, essudamento assente, aderenza 0,8 N/mm², inizio presa a +20 °C 24 h, fine presa a +20 °C 48 h, resistenza a compressione a 28 gg 6 N/mm², resistenza a flessione a 28 gg 2 N/mm², modulo elastico 5000 N/mm², ritiro 0,7-1,8 mm, ritenzione acqua > 80%, permeabilità al vapore 6 m; ritiro 0,7-1,8 mm.

MALTA PREMISCELATA PER RIADESIONE E RIEMPIMENTO DI VUOTI A BASSO PESO SPECIFICO

La malta da iniezione dovrà presentare basso peso specifico (0,4 kg/dm³) e basse resistenze meccaniche così da risultare idonea per eseguire riempimenti di grosse cavità presenti fra strati di intonaco (3-4 cm), sigillatura di lesioni superficiali, reincollaggio di parti di intonaco degradate e friabili, riadesione di elementi privi di funzioni statiche e non appesantibili. L'impasto dovrà essere composto da calci naturali e leganti idraulici speciali (C30), chimicamente stabili ed a bassissimo contenuto di Sali solubili, pozzolana, perlite ventilata ed una particolare combinazione di additivi fluidificanti, ritentivi ed aeranti. La speciale formulazione, prodotta in dispersione planetaria 1/10.000 per un tempo inferiore a 20', dovrà formare un premiscelato omogeneo di colore bianco. La malta può essere additivata con microfibre al fine di migliorarne le caratteristiche meccaniche in impieghi particolari; in ogni caso dovrà essere impastata energicamente (con trapano elettrico a bassa velocità per circa 6-8 minuti) con acqua demineralizzata (sarà consigliabile filtrare la boiacca ottenuta al fine di eliminare eventuali piccoli grumi formatisi in fase di impasto). Se non diversamente specificato, questi prodotti dovranno essere iniettati entro 30 minuti dalla preparazione. Il prodotto non dovrà essere addizionato nella preparazione e posa con nessun altro componente oltre all'acqua di impasto e non dovrà essere assolutamente aggiunta acqua una volta che avrà iniziato la presa. Sarà consigliabile utilizzare siringhe di tipo veterinario prive di ago (diametro di uscita superiore ai 6 mm).

Il premiscelato, per la particolarità dell'applicazione, deve essere sperimentato da almeno 10 anni in ricerche promosse dal Ministero BB.AA.CC. Del prodotto utilizzato dovranno essere dichiarate le principali caratteristiche chimico-fisiche, i luoghi e la data dell'avvenuta sperimentazione. Il produttore dovrà, inoltre, fornire gli elaborati relativi all'attività di ricerca svolta, ratificati dall'Ente pubblico preposto al controllo della stessa.

Le caratteristiche chimico-fisiche medie dovranno essere: peso specifico 0,4 kg/dm³, lavorabilità 4 h, essudamento assente, aderenza 0,9 N/mm², inizio presa a +20 °C 20 h, fine presa a +20 °C 44 h, resistenza a compressione a 28 gg 31 N/mm², resistenza a flessione a 28 gg 8 N/mm², modulo elastico 5200 N/mm², ritiro 0,4-1,2 mm, ritenzione acqua > 85%, permeabilità al vapore 3 m; ritiro 0,4-1,2 mm.

MALTA PREMISCELATA A BASE DI CALCE IDRAULICA NATURALE DA RINZAFFO

Il rinzaffo, che dovrà essere applicato a copertura totale del supporto, sarà costituito da una malta a grana grossa, costituita esclusivamente da materie prime naturali quali legante di pura calce idraulica naturale NHL 3.5, calce idraulica HL 5, pozzolana naturale micronizzata, inerti di sabbia silicea e calcare dolomitico in curva granulometrica 0-2,5 mm. Le caratteristiche richieste, ottenute esclusivamente con l'impiego di materie prime di origine rigorosamente naturale, dovranno garantire una totale resistenza ai sali (Tabella 1- ASTM C 1012-95a ? 0,034%). La malta da rinzaffo dovrà soddisfare i requisiti della norma EN 998/1 - GP/CS III / W1, adesione 0,7 N/mm², reazione al fuoco classe A1. Il rinzaffo avrà uno spessore medio di 10 mm ed una finitura a rustico in unico strato strollato. L'applicazione, eseguita a mano dovrà avere una resa media circa 15 kg/m² per centimetro di spessore.

Le caratteristiche finali dell'impasto dovranno essere: coefficiente di resistenza alla diffusione del vapore d'acqua (m) ? 20 EN 1015-19; assorbimento d'acqua per capillarità Categoria W1 EN 998-1; profondità d'infiltrazione dell'acqua 1 h ? 5 mm EN 1015-18; profondità d'infiltrazione dell'acqua 24 h ? 20 mm EN 1015-18; reazione al fuoco Classe A1 EN 13501-1; resistenza a compressione a 28 gg Categoria CS III EN 998-1; aderenza al supporto (laterizio) ? 0,7 N/mm² - FP: B EN 1015-12; resistenza ai solfati (Tabella 1 ? 0,034%) Superata ASTM C 1012-95a; conducibilità termica (l 10, dry) 0,83 W/mK (valore tabulato) EN 1745; durabilità (al gelo-disgelo) valutazione basata sulle disposizioni valide nel luogo di utilizzo previsto della malta EN 998-1; indice di radioattività I = 0,27 UNI 10797/1999.

MALTA PREMISCELATA A BASE DI CALCE IDRAULICA NATURALE DA ARRICCIO

L'arriccio, che dovrà essere steso al fine di realizzare uno strato "protettivo e deumidificante" ad altissima porosità, igroscopicità, traspirabilità e ridotto assorbimento capillare d'acqua, sarà costituito da una malta a base di pura calce idraulica naturale NHL 3.5, pozzolana naturale extrafine e inerti di sabbia silicea e calcare dolomitico in curva granulometrica 0-2,5 mm. Le caratteristiche richieste, ottenute esclusivamente con l'impiego di materie prime di origine rigorosamente naturale, dovranno garantire un'altissima traspirabilità dell'intonaco (coefficiente di resistenza al vapore acqueo m ? 3), un'elevata porosità della malta indurita (? 40%), una naturale conducibilità termica (pari a 0,47 W/mK), una notevole aria occlusa in fase d'impasto (? 25%), una totale resistenza ai sali (WTA 2-2-91/0 Superata) e una ridotta profondità d'infiltrazione d'acqua (nelle 24 h ? 5 mm). L'impasto dovrà soddisfare i requisiti

della norma EN 998/1 - R/CS II/W24 ? 0,3 kg/m², adesione 0,2 N/mm², reazione al fuoco classe A1.

L'intonaco dovrà avere uno spessore minimo di 20 mm, costituito da due strati dello spessore medio di 10 mm, ed una finitura a rustico fine. L'applicazione, eseguita a mano, dovrà avere una resa media di circa 12 kg/m² per ogni centimetro di spessore.

Le caratteristiche finali dell'impasto dovranno essere: coefficiente di resistenza alla diffusione del vapore d'acqua (m) ? 3 EN 1015-19; assorbimento idrico capillare W24 ? 0,3 kg/m² EN 1015-18; profondità d'infiltrazione dell'acqua 24 h ? 5 mm EN 1015- 18; porosità ? 40% WTA 2-2-91/D; reazione al fuoco Classe A1 EN 13501-1; resistenza a compressione a 28 gg Categoria CS II EN 998-1; aderenza al supporto (laterizio) ? 0,2 N/mm² - FP: B EN 1015-12; rapporto resistenza compressione/flessione ? 3 WTA 2-2-91/D; resistenza ai sali Superata WTA 2-2-91/D; conducibilità termica (l 10, dry) 0,47 W/mK (valore tabulato) EN 1745; durabilità (al gelo-disgelo) valutazione basata sulle disposizioni valide nel luogo di utilizzo previsto della malta EN 998-1; indice di radioattività I = 0,30 UNI 10797/1999.

CAPO 4 - PRESCRIZIONI TECNICHE PER L'ESECUZIONE DI OPERE EDILI

Art. 8 – Realizzazione di opere in calcestruzzo armato

Prima dell'inizio dei getti la Direzione Lavori verificherà che il dimensionamento dei casseri, la posizione dei ferri di armatura, la posizione dei giunti ecc. corrispondano alle disposizioni del progetto. La Direzione Lavori verificherà la qualità della superficie delle casseforme, che devono essere a perfetto contatto, per evitare la fuoriuscita di boiacca durante la vibrazione del conglomerato. L'appaltatore deve evitare che il disarmante impiegato disposto regolarmente in strati sia tale da macchiare o danneggiare le superfici del conglomerato. Nel caso di getti contro terreni, rocce, ecc., si deve verificare che la pulizia del sottofondo, il posizionamento di eventuali drenaggi, la stesura di materiale isolante, ecc., siano eseguiti in conformità alle disposizioni del progetto. Tutti i getti, una volta disarmati, dovranno risultare privi di cavillature e vespai di aggregazione degli inerti. I distanziatori degli elementi verticali dei casseri, sia a perdere che a recupero, non dovranno recare effetti visibili sulla superficie finita. Le caratteristiche meccaniche e tecnologiche dell'acciaio da utilizzarsi per il calcestruzzo armato sono quelle definite dalle norme e attestate dai certificati di idoneità tecnica o di conformità. Per le armature di progetto verrà utilizzato unicamente acciaio ad aderenza migliorata B450C (ex FeB44K) salvo diversa specifica richiesta da parte degli elaborati strutturali. Per i controlli sia in stabilimento che in cantiere delle forniture di acciaio ci si deve attenere alle prescrizioni del vigente D.M. 14.01.2008 ed eventuali integrazioni.

Controllo sul conglomerato DM 14.01.2008 paragrafo 11.2.4 e 11.2.5.
Si dovrà effettuare un prelievo (composto da 2 provini) per ogni giorno di getto. I provini dovranno essere immediatamente contraddistinti con codici che determinino in modo univoco l'area di getto corrispondente; nelle costruzioni con meno di 100 m^3 di getto si può derogare dall'obbligo di prelievo giornaliero, dovranno comunque essere eseguiti almeno 3 prelievi (6 provini) secondo disposizioni della DL. I provini dovranno essere sottoposti a schiacciamento da parte di un Laboratorio Ufficiale ed il certificato di prova deve essere consegnato alla DL.

Ricoprimenti

Il minimo ricoprimento dell'acciaio non deve essere inferiore a 0,80 cm per le solette e a 2 cm per travi e 3,5 cm per le compartimentazioni REI 90, pilastri e muri o alla dimensione dell'inerte più grosso in ambienti poco aggressivi; lo spazio libero orizzontale e verticale fra barre parallele deve essere uguale alla barra più grossa e non inferiore a mm. 20. Dovranno comunque essere rispettate le prescrizioni degli elaborati grafici.

Ancoraggi

Nelle barre ad aderenza migliorata l'ancoraggio deve essere in ogni caso pari a 20 diametri con un minimo di cm. 15. Comunque, se presenti, gli uncini dovranno avere diametro interno pari almeno a 6 diametri e, ai fini dell'aderenza, essi potranno essere computati nella effettiva misura del loro sviluppo in asse alla barra. Particolari cautele devono essere adottate ove si possono prevedere fenomeni di fatica e di sollecitazioni ripetute.

Cuciture

Superfici di ripresa di getto, piani di giunzione di due parti di uno stesso elemento devono essere attraversate da armature opportunamente ancorate da un lato e da un altro, per assorbire gli sforzi tangenziali, previo un ravvivamento della superficie del getto, seguita da accurata pulizia e con un primo strato di getto nuovo più ricco di sabbia e cemento.

Prescrizioni relative al conglomerato cementizio

I conglomerati cementizi utilizzati dovranno essere forniti con resistenza certificata R'ck pari a quella indicata nel progetto strutturale, nel rispetto delle norme e prescrizioni di cui alla l.1086/71 e Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14.01.2008 e s.m.i..

Trasporto e consistenza degli impasti prima della posa

Il trasporto del conglomerato cementizio dal luogo di produzione a quello di impiego, deve essere effettuato con mezzi idonei a non alterare le caratteristiche dell'impasto e impedire la segregazione dei componenti. Il tempo intercorso tra l'inizio delle operazioni di impasto ed il termine della posa in opera non deve essere tale da causare una diminuzione di consistenza superiore di cm. 5 alla prova del cono. E' vietato aggiungere acqua agli impasti dopo lo scarico della betoniera. La consistenza dell'impasto verrà controllata prima della posa in opera. Se questa eccederà i limiti indicati (prova del cono), l'impasto sarà scartato (o se possibile corretto). Se il trasporto del conglomerato avviene con autobetoniere, si dovrà, all'atto dello scarico, controllare l'omogeneità dell'impasto con la prova dell'uniformità. Se allo scarico dell'autobetoniera si constatasse una consistenza sensibilmente inferiore a quella richiesta, si potrà aggiungere, solamente con l'assenso della Direzione Lavori, la quantità di acqua necessaria, purché si provveda - a velocità normale - ad un successivo mescolamento con almeno trenta giri della betoniera. Tale aggiunta non potrà comunque essere fatta se la perdita di consistenza supererà i cm. 5 alla prova del cono.

Armature

L'Impresa provvederà all'esecuzione dei piani di dettaglio delle armature (contenenti le liste dei ferri con le quantità di peso corrispondenti alle diverse posizioni) in base ai piani di progetto. L'Ufficio di Direzione Lavori potrà apportare modifiche alle armature di progetto. Le armature dovranno essere fissate nelle casseforme nella loro posizione finale (per mezzo di piastrine distanziatrici in cemento o dispositivi analoghi) e legate con filo di ferro strettamente una all'altra in modo da formare una gabbia rigida. Le sbarre dovranno essere pulite dalla ruggine e dai residui di tinta o di oli che ne possano pregiudicare la aderenza. Le saldature saranno ammesse solo se consentite caso per caso dall'Ufficio di Direzione Lavori e saranno realizzate in tal caso per sovrapposizione. Delle unioni per saldatura verranno eseguite verifiche periodiche da parte dell'Ufficio di Direzione Lavori, tutte a spese dell'Impresa. In ogni caso, in corrispondenza di superfici di calcestruzzo a contatto con i liquami, il ricoprimento dei ferri non dovrà essere inferiore ai 2 cm dal perimetro esterno delle barre di armatura. L'Ufficio di Direzione Lavori si riserva il diritto di interrompere i getti e di far demolire, a cura e spese dell'Impresa, le parti eseguite qualora non fossero verificate le condizioni di cui sopra. L'Impresa, per ogni carico di ferro di armatura che dovrà essere utilizzato nell'opera o nell'impianto, dovrà fornire anche un certificato del fabbricante del ferro che attesti la qualità e la idoneità del ferro secondo la normativa sopra richiamata. In ogni caso l'Ufficio di Direzione Lavori richiederà prove sui ferri (D.M. 09.01.1996); resta stabilito che il ferro che non raggiunga le caratteristiche richieste non verrà impiegato nelle opere e dovrà essere allontanato dal cantiere. Tutti gli oneri derivanti all'Impresa, per certificati e prove di cui sopra, sono a suo carico

Posa in opera del conglomerato

Lo scarico del conglomerato, in benne, sui nastri trasportatori, in tubi deve essere effettuato in modo tale da evitare la segregazione. E' quindi importante che il conglomerato cada verticalmente al centro della cassaforma, e venga steso in strati orizzontali di spessore da cm. 20 a cm. 50 a seconda delle dimensioni della struttura, prima della successiva vibrazione. La vibrazione deve avvenire immergendo il vibratore verticalmente in punti distanti da 40 a 80 cm, ritirandolo lentamente a vibrazione ultimata, senza lasciare fori o impronte nel conglomerato. E' vietato scaricare il conglomerato in un unico cumulo e distenderlo con l'impiego del vibratore. Il calcestruzzo deve essere compattato il più completamente possibile, in modo da contenere un minimo di bolle d'aria, con vibratori, aghi, compattatori, colpi sui casseri, ottenendo un rivestimento denso intorno alle barre di armatura. Se la vibrazione producesse separazione nel conglomerato, lo slump dello stesso andrà convenientemente ridotto. Affinché il getto si possa considerare monolitico il tempo trascorso

fra una posa di uno strato orizzontale ed il ricoprimento con strato successivo non deve superare le tre ore virtuali , a meno che non sia stato aggiunto all'impasto un idoneo additivo ritardante. Se l'interruzione supera le tre ore virtuali, e non è stato impiegato un additivo ritardante, si deve stendere sulla superficie di ripresa uno strato di malta (sabbia e cemento), dello spessore di cm. 1-2, con un dosaggio di cemento di almeno kg. 6 per mq. Se l'interruzione supera le otto ore virtuali si deve lavare la superficie di ripresa con acqua e sabbia in pressione, in modo da metterne a nudo lo scheletro inerte e procedere come al comma precedente. I giunti di ripresa devono essere, per quanto possibile, disposti in posizioni corrispondenti a sollecitazioni poco elevate. Si intende per 'tempo virtuale", il tempo riferito alla temperatura media ambientale di 20 °C calcolato con la formula:

tv = te x (30 / (Ta + 10)

ove:

tv = tempo virtuale in ore,

te = tempo effettivo in ore,

Ta = temperatura media ambientale in °C.

Casseforme

Le casseforme per i getti di calcestruzzo dovranno essere costruite con pannelli metallici o tavole sufficientemente robuste, ben collegate fra loro e controventate ad evitare spanciamenti e distacchi delle stesse durante le vibrature del getto. Sono previsti due tipi:

a) casseforme per getti da intonacare o contro terra e comunque non soggetti a particolari esigenze estetiche. Potranno essere in tavolame comune, purché ben diritto ed accuratamente connesso, o metalliche;

b) casseforme per getti da lasciare in vista o a contatto con le acque. Dovranno essere metalliche od in tavolame accuratamente piallato o stuccato a gesso o in compensato, così da dare luogo a superfici particolarmente lisce ed uniformi.

Le tavole dovranno avere di regola dimensioni uguali fra loro e saranno poste in opera a giunti sfalsati. Quando indicato dai disegni esecutivi, gli spigoli verticali e orizzontali dovranno essere smussati ed arrotondati. L'arrotondamento suddetto si realizzerà con opportuni listelli disposti nelle casseforme. In particolare dovrà essere curata la tenuta d'acqua dei casseri al fine di evitare fuoriuscita della boiacca di cemento e conseguente dilavamento dell'impasto, in corrispondenza delle fessure, soprattutto negli spigoli orizzontali e verticali. Tale tenuta sarà realizzata, oltre che con l'adozione dei listelli triangolari di smusso, mediante accurata stuccatura e con rabboccamento esterno perimetrale di malta povera, specie nei punti di ripresa a spicco dei pilastri da solette o strutture già eseguite. Al momento del getto del calcestruzzo la superficie interna delle casseforme dovrà essere esente da qualsiasi incrostazione di malta, boiacca od altra sostanza estranea. Prima della posa delle casseforme, le superfici delle casseforme stesse che verranno in contatto con il calcestruzzo, dovranno essere lubrificate con olio di paraffina raffinato in modo da migliorare lo stacco delle casseforme dalle strutture durante il disarmo. Non sarà permesso l'uso di tali prodotti disarmanti quando le casseforme siano già montate per il getto. Il disarmo delle casseforme sarà effettuato solo quando il calcestruzzo avrà raggiunto una resistenza sufficiente a sopportare le tensioni cui sarà sottoposto durante e dopo il disarmo stesso. In ogni caso non si potrà procedere al disarmo senza previa autorizzazione dell'Ufficio di Direzione Lavori. Potrà inoltre essere necessario che, in casi particolari, le casseforme, con relativi puntelli e sbadacchiature, vengano mantenute in opera oltre il necessario, su specifica richiesta dell'Ufficio di Direzione Lavori.

Stagionatura del conglomerato cementizio

Prima del disarmo delle casseforme, tutte le superfici non protette del conglomerato debbono essere mantenute umide con bagnatura o coprendola con fogli di plastica; vanno evitati inoltre il dilavamento della pioggia, il rapido raffreddamento nei primi giorni, vibrazioni o scosse che potrebbero alterare la tessitura del calcestruzzo e la sua aderenza con le armature. Il disarmo delle casseforme delle superfici laterali dei getti deve avvenire quando il conglomerato abbia raggiunto la resistenza caratteristica prevista. Il disarmo delle strutture di sostegno dei getti potrà avvenire quanto si siano raggiunte le resistenze previste dal progettista e previo il benestare della Direzione Lavori. In mancanza di controlli opportuni, va

ottemperato a quanto stabilito dalle norme tecniche allegate alla legge n. 1086/1971, ed in particolare secondo i tempi previsti dal vigente D.M. attuativo della legge. A disarmo avvenuto si dovrà bagnare le superfici per evitare l'evaporazione dell'acqua contenuta nel conglomerato, fino ad almeno sette giorni dal getto. La bagnatura delle superfici può essere sostituita dall'impiego di vernici protettive antievaporanti.

Precauzione per l'esecuzione dei getti durante la stagione fredda

Nei periodi freddi si deve evitare che si formino blocchi di materiale agglomerato con ghiaccio negli inerti, e particolarmente nella sabbia. Perciò si dovranno utilizzare alcuni accorgimenti tra cui anche il riscaldamento degli inerti. La temperatura dell'impasto, alla posa in opera, non deve in nessun caso essere inferiore a 13°C, per il getto di sezioni strutturali di spessore inferiore a cm. 20, e 10°C negli altri casi. Per ottenere tali temperature, se necessario, si dovranno riscaldare gli inerti e l'acqua di impasto, evitando il contatto diretto del cemento con acqua a temperatura superiore ai 40°C Quando la temperatura dell'acqua supera i 40°C si adotterà la precauzione di immettere nella betoniera dapprima l'acqua con gli inerti, e di aggiungere poi il cemento quando la temperatura della miscela sarà inferiore a 40°C. Nei periodi freddi è consigliabile l'aggiunta di acceleranti di presa, ed eventualmente di un additivo aerante, per ottenere un inglobamento di aria del 3-5%. Durante la stagione fredda il tempo per lo scasseramento delle strutture deve essere protratto fino al raggiungimento delle resistenze necessarie. Fino al momento del disarmo si deve controllare, per mezzo di termometri, che la temperatura del conglomerato non scenda al di sotto dei 5°C.

Precauzioni particolari per l'esecuzione dei getti durante la stagione calda

Durante la stagione calda si dovrà controllare che la temperatura dell'impasto non venga a superare i 30°C, evitando l'eccessivo riscaldamento degli stessi, con una opportuna protezione e bagnatura degli inerti, per evitare scarsa lavorabilità, ridotta resistenza finale, ed elevata fessurazione da ritiro. Se la temperatura dell'impasto non viene mantenuta al di sotto dei 30°C, i getti devono essere sospesi, a meno che l'impasto non venga integrato con un valido additivo plastificante - ritardante . Quando la temperatura ambiente risulterà elevata, si dovrà ridurre il tempo fra la confezione e la posa in opera dell'impasto. Se si usano pompe per il trasporto del conglomerato, le relative tubazioni devono essere protette dal sovra - riscaldamento. Durante la stagione calda va eseguito un controllo più ricorrente della consistenza. Con temperatura ambiente particolarmente elevata, la Direzione Lavori potrà vietare l'aggiunta d'acqua. La stagionatura dei getti deve essere effettuato in ambiente tenuto continuamente umido e protetto dal sovra - riscaldamento. Le superfici dei conglomerati possono essere trattate con speciali vernici antievaporanti.

Qualità del conglomerato cementizio fresco

Il conglomerato fresco deve essere frequentemente controllato come consistenza, omogeneità, resa volumetrica, contenuto d'aria e, quando prescritto, come rapporto acqua/cemento. La prova di consistenza consisterà normalmente nella misura dell'abbassamento al cono Abrams, eseguita secondo le norme vigenti; tale prova sarà considerata significativa per abbassamenti compresi fra i cm. 2 e 18. Per abbassamenti inferiori ai cm. 2 si dovrà eseguire la prova con la tavola a scosse secondo il metodo DIN 1048, o con l'apparecchio VEBE. La prova di omogeneità è prescritta in modo particolare quanto il trasporto avviene con autobetoniera. Essa verrà eseguita vagliando due campioni di conglomerato, presi a 1/5, 4/5 dello scarico, attraverso il vaglio a maglia quadra da mm. 4,76. La percentuale in peso di materiale grosso nei due campioni, non dovrà differire più del 10%. Lo slump dei due campioni prima della vagliatura non dovrà differire più di cm. 3. La prova di resa volumetrica dell'impasto, verrà eseguita attraverso la misura del peso di volume del conglomerato, eseguita con il metodo UNI EN 12350-6:2001, ed il controllo del peso totale dell'impasto. La prova del contenuta d'aria è richiesta ogni qualvolta si impieghi un additivo aerante Essa deve essere eseguita con il metodo UNI EN 12350-7:2002. Il rapporto acqua/cemento dovrà essere computato sommando all'acqua aggiunta all'impasto l'umidità superficiale degli inerti.

Qualità del conglomerato cementizio indurito

La classe di conglomerato viene definita come "resistenza caratteristica ad una stagionatura specificata. La resistenza caratteristica designa quella dedotta dalle prove a compressione a 28 giorni su cubi preparati e confezionati. conformemente alle disposizioni di cui al D.M. 14.1.2008.

Per il prelevamento dei campioni le dimensioni e la stagionatura del provini e le prove, si debbono seguire le norme UNI EN 12390-1:2002 e UNI EN 12390-2:2002. Per il numero di provini da predisporre si rimanda ,a quanto prescritto dall'allegato 2 alle Norme tecniche di attuazione della L. 1086/71. Per il controllo della qualità del conglomerato preconfezionato, il conglomerato deve essere controllato all'atto dello scarico dalla betoniera. La qualità del conglomerato potrà essere richiesta, oltre che come resistenza caratteristica, anche come permeabilità massima, a ritiro massimo, fluage massimo, modulo elastico, resistenza ai cicli di gelo e di disgelo, resistenza ad agenti aggressivi, in bassi sviluppo di calore, resistenza all'abrasione, ecc. La resistenza caratteristica richiesta, non deve essere ottenuta con dosaggi di cemento troppo elevati, che potrebbero dare luogo a valori di ritiro inaccettabili. I cementi di maggiore resistenza (tipo 425 e 525), debbono essere impiegati solo quando particolari esigenze di lavori richiedono la riduzione dei tempi di disarmo. I cementi di tipo speciale (ad esempio ferrici o ferrici-pozzolanici), debbono essere impiegati solo quando siano richieste resistenza ad agenti aggressivi oppure valori di ritiro particolarmente bassi. Non è permesso mescolare fra loro cementi di diversa provenienza; per ciascun elemento strutturale si deve impiegare un unico tipo di cemento. Il controllo di qualità del conglomerato indurito potrà essere eseguito anche direttamente sulle strutture, con lo sclerometro, gli ultrasuoni o il prelievo di carote. I dati sclerometrici saranno ritenuti sufficienti per stabilire i tempi di scasseratura e di disarmo. Non vengono date particolari prescrizioni per il controllo dei materiali impiegati nella confezione del conglomerato. L'appaltatore deve provvedere a detti controlli nelle forme prescritte dalle vigenti leggi o regolamenti.

L'impresa potrà proporre soluzioni alternative da sottoporre all'autorizzazione della Direzione Lavori.

Art. 9 – Realizzazione di opere in muratura

La costruzione delle murature, siano esse formate da elementi resistenti naturali o artificiali, dovrà essere eseguita conformemente a quanto stabilito dal D.M. 14 gennaio 2008 (norme tecniche per le costruzioni). Nelle costruzioni delle murature in genere verrà curata la perfetta esecuzione degli spigoli, delle piattabande, degli archi e verranno lasciati tutti i necessari incavi, sfondi canne e fori:

– per ricevere le testate delle travi in legno ed in ferro;
– per il passaggio dei tubi pluviali, dell'acqua potabile, canne fumarie, scarichi ecc.;
– per condutture elettriche e telefoniche;
– per le imposte delle volte e degli archi;
– per gli zoccoli, arpioni di porte e finestre, zanche, soglie, ferriate, ringhiere, davanzali, secondo elaborati architettonici.

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

Le costruzioni delle murature deve iniziarsi e proseguire uniformemente, assicurando il perfetto collegamento sia con le murature esistenti, sia fra le varie parti di esse, evitando nel corso dei lavori la formazione di strutture eccessivamente emergenti dal resto della costruzione. La muratura procederà a filari rettilinei, coi piani di posa normali alle superfici viste o come altrimenti venisse prescritto. All'innesto con i muri da costruirsi in tempo successivo dovranno essere lasciate opportune ammorsature in relazione al materiale impiegato. I lavori in muratura, qualunque sia il sistema costruttivo adottato, debbono essere sospesi nei periodi di gelo, durante il quale la temperatura si mantenga per molte ore al di sotto di zero gradi centigradi. Quando il gelo si verifichi solo per alcune ore della notte, le opere in muratura ordinaria possono essere eseguite nelle ore meno fredde del giorno, purché, al distacco del lavoro vengono adottati opportuni provvedimenti per difendere le murature dal gelo notturno. Le facce delle murature in malta dovranno essere mantenute bagnate almeno per giorni 15 dalla loro ultimazione od anche più se sarà richiesto dalla direzione dei lavori.

La direzione stessa potrà ordinare che sulle aperture di vani di porte e finestre siano collocati degli architravi aventi la natura e le dimensioni stabilite dagli elaborati di progetto in relazione alla luce dei vani, allo spessore del muro e al sovraccarico. A norma del D.M. 14 gennaio 2008, per edifici in "zona sismica" (ovvero l'intero territorio italiano ad esclusione delle aree classificate come zona 4) , lo spessore minimo dei muri muri portanti non può essere inferiore ai valori di cui alla seguente tabella:

Tipologie costruttive	t min	($\lambda=h_0/t$) max	(l/h')min
Muratura ordinaria realizzata con elementi in pietra squadrata	300 mm	10	0.5
Muratura ordinaria, realizzata con elementi artificiali	240 mm	12	0.4
Muratura armata, realizzata con elementi artificiali	240 mm	15	Qualsiasi
Muratura ordinaria, realizzata con elementi in pietra squadrata, in siti ricadenti in zone 3 e 4	240 mm	12	0,3
Muratura realizzata con elementi artificiali semipieni, in siti ricadenti in zona 4	200 mm	20	0,3
Muratura realizzata con elementi artificiali pieni, in siti ricadenti in zona 4	150 mm	20	0,3

MODALITÀ DI PROVA, CONTROLLO E COLLAUDO

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

a) Collaudo dei materiali

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

b) Controlli in corso di lavorazione

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

c) Prove di carico e collaudo statico

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

Art. 10 – Realizzazione di strutture in acciaio

Le strutture di acciaio dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto dalla Legge adottata a riferimento nel progetto esecutivo a base gara.

L'Impresa è tenuta a presentare in tempo utile, prima dell'approvvigionamento dei materiali, all'esame

ed all'approvazione della direzione dei lavori: gli elaborati progettuali esecutivi di cantiere, comprensivi dei disegni esecutivi di officina, sui quali dovranno essere riportate anche le distinte da cui risultino: numero, qualità, dimensioni, grado di finitura e peso teorico di ciascun elemento costituente la struttura, nonché la qualità degli acciai da impiegare, in conformità a quanoto previsto nel progetto esecutivo a base gara. I suddetti elaborati dovranno essere redatti a cura e spese dell'Appaltatore previa esecuzione del rilievo di dettaglio.

Il montaggio in opera di tutte le strutture sarà effettuato in conformità a quanto, a tale riguardo, è previsto nella relazione di calcolo. 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 od altri organi di sollevamento dovranno essere opportunamente protette.

Il montaggio sarà eseguito in modo che la struttura raggiunga la configurazione geometrica di progetto, nel rispetto dello stato di sollecitazione previsto nel progetto medesimo. In particolare, per le

eventuali strutture a travata, si dovrà controllare che la controfreccia ed il posizionamento sugli apparecchi di appoggio siano conformi alle indicazioni di progetto, rispettando le tolleranze previste.

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 sopracitato, si dovrà procedere alla sostituzione del bullone con uno di diametro superiore. È ammesso il serraggio dei bulloni con chiave pneumatica purché questo venga controllato con chiave dinamometrica, la cui taratura dovrà risultare da certificato rilasciato da laboratorio ufficiale in data non anteriore ad un mese. Per le unioni con bulloni, l'Impresa effettuerà, alla presenza della direzione dei lavori, un controllo di serraggio su un numero adeguato di bulloni. L'assemblaggio ed il montaggio in opera delle strutture dovrà essere effettuato senza che venga interrotto il traffico di cantiere sulla eventuale sottostante sede stradale salvo brevi interruzioni durante le operazioni di sollevamento, da concordare con la direzione dei lavori.

Nella progettazione e nell'impiego delle attrezzature di montaggio, 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 particolare per le interferenze con servizi di soprassuolo e di sottosuolo.

Prima di sottoporre le strutture di acciaio alle prove di carico, dopo la loro ultimazione in opera e di regola, prima che siano applicate le ultime mani di vernice verrà eseguita da parte della Direzione dei

lavori, quando prevista, un'accurata visita preliminare di tutte le membrature per constatare che le strutture siano state eseguite in conformità ai relativi disegni di progetto, alle buone regole d'arte ed a

tutte le prescrizioni di contratto.

Ove nulla osti, si procederà quindi alle prove di carico ed al collaudo statico delle strutture; le operazioni di prova di carico dovranno essere condotte, a cura e spese dell'Impresa, secondo le prescrizioni contenute nelle NTC2008.

Art. 11 – Realizzazione di strutture in legno

Le strutture lignee considerate sono quelle che assolvono ad una funzione di sostenimento e che coinvolgono la sicurezza delle persone, siano esse realizzate in legno massiccio (segato, squadrato o tondo) e/o legno lamellare (incollato) e/o pannelli derivati dal legno, assemblati mediante incollaggio o elementi di collegamento meccanici.

La 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.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

Legno massiccio

La produzione di elementi strutturali di legno massiccio a sezione rettangolare dovrà risultare conforme alla norma europea armonizzata UNI EN 14081 e, secondo quanto specificato al punto A del § 11.1 del D.M. 14 gennaio 2008, recare la Marcatura CE.

Qualora non sia applicabile la marcatura CE, i produttori di elementi di legno massiccio per uso strutturale, secondo quanto specificato al punto B del § 11.1 del D.M. 14 gennaio 2008, devono essere qualificati così come specificato al § 11.7.10 del D.M. 14 gennaio 2008.

Il legno massiccio per uso strutturale è un prodotto naturale, selezionato e classificato in dimensioni d'uso secondo la resistenza, elemento per elemento, sulla base delle normative applicabili.

I criteri di classificazione garantiscono all'elemento prestazioni meccaniche minime statisticamente determinate, senza necessità di ulteriori prove sperimentali e verifiche, definendone il profilo resistente, che raggruppa le proprietà fisico-meccaniche, necessarie per la progettazione strutturale.

La classificazione può avvenire assegnando all'elemento una Categoria, definita in relazione alla qualità dell'elemento stesso con riferimento alla specie legnosa e alla provenienza geografica, sulla base di specifiche prescrizioni normative. Al legname appartenente a una determinata categoria, specie e provenienza, può essere assegnato uno specifico profilo resistente, utilizzando le regole di classificazione previste base nelle normative applicabili.

La Classe di Resistenza di un elemento è definita mediante uno specifico profilo resistente unificato, a tal fine può farsi utile riferimento alle norme UNI EN 338 ed UNI EN 1912, per legno di provenienza estera, ed 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, valori di modulo elastico e valore caratteristico di massa volumica, risultano non inferiori ai valori corrispondenti a quella classe.

In generale è possibile definire il profilo resistente di un elemento strutturale anche sulla base dei risultati documentati di prove sperimentali, in conformità a quanto disposto nella UNI

EN 384. 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.

Altri pannelli a base di legno

I pannelli a base di legno per uso strutturale, per i quali si applica il caso A di cui al §11.1 del D.M. 14 gennaio 2008, debbono essere conformi alla norma europea armonizzata UNI EN 13986.

Per la valutazione dei valori caratteristici di resistenza e rigidezza da utilizzare nella progettazione di strutture che incorporano pannelli a base di legno, può farsi utile riferimento alle norme UNI EN 12369-1, UNI EN 12369-2 e UNI EN 12369-3.

La Direzione dei Lavori accerta che i pannelli a base di legno per uso strutturale siano oggetto di attestato di conformità (UNI EN 13986) e che le procedure di posa in opera siano conformi alle specifiche tecniche del produttore.

I valori di resistenza e di rigidezza sono indicati dai produttori con riferimento alla norma UNI EN 1072 determinati secondo il metodo descritto dalla norma UNI EN 1058.

Altri prodotti derivati dal legno per uso strutturale

Gli altri prodotti derivati dal legno per uso strutturale per i quali non è vigente una norma armonizzata di cui alla lettera A del punto 11.1 del D.M. 14 gennaio 2008 o non è applicabile quanto specificato alla lettera C del medesimo punto 11.1 del D.M. 14 gennaio 2008 devono essere qualificati così come specificato al punto 11.7.10 del D.M. 14 gennaio 2008.

La Direzione dei Lavori accerta che i pannelli a base di legno per uso strutturale siano oggetto di attestato di conformità UNI EN 13986 (varie parti) e che le procedure di posa in opera siano conformi alle specifiche tecniche del produttore.

I valori di resistenza e di rigidezza sono indicati nella norma UNI EN 12369 per pannelli OSB, pannelli di particelle e pannelli di fibre.

Adesivi

Gli adesivi da impiegare per realizzare elementi di legno per usi non strutturali devono conformarsi alla classificazione della norma UNI EN 204.

Mentre gli adesivi da impiegare per realizzare elementi di legno 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 così come prescritto dalla norma UNI EN 301.

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 ad 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.

Elementi meccanici di collegamento

Per gli elementi di collegamento usati comunemente quali: chiodi, bulloni, perni e viti, la capacità portante caratteristica e la deformazione caratteristica dei collegamenti devono essere determinate sulla base di prove meccaniche, per il cui svolgimento può farsi utile riferimento alle norme UNI EN 1075, UNI EN 1380, UNI EN 1381, UNI EN 26891, UNI EN ISO 8970, e alle pertinenti norme europee. Si deve tenere conto dell'influenza del ritiro per essicazione

dopo la fabbricazione e delle variazioni del contenuto di umidità in esercizio (vedere prospetto 1).

Si presuppone che altri dispositivi di collegamento eventualmente impiegati siano stati provati in maniera corretta completa e comprovata da idonei certificati (norma UNI EN 383) e le caratteristiche specifiche verranno verificate con riferimento alle specifiche normative applicabili per la categoria di appartenenza.

Prospetto 1

Protezione anticorrosione minima per le parti di acciaio, descritta secondo la norma ISO 2081

CLASSE DI UMIDITA'	TRATTAMENTO
1	nessuno (1)
2	Fe/Zn 12c
3	Fe/Zn 25c (2)

Classe di umidità 1:

questa classe di umidità è caratterizzata da un contenuto di umidità nei materiali corrispondente ad una temperatura di 20 ± 2 °C e ad una umidità relativa nell'aria circostante che supera il 65% soltanto per alcune settimane all'anno. Nella classe di umidità 1 l'umidità media di equilibrio per la maggior parte delle conifere non supera il 12%.

Classe di umidità 2:

questa classe di umidità è caratterizzata da un contenuto di umidità nei materiali corrispondente ad una temperatura di 20 ± 2 °C e ad una umidità relativa nell'aria circostante che supera l' 80% soltanto per alcune settimane all'anno. Nella classe di umidità 2 l'umidità media di equilibrio per la maggior parte delle conifere non supera il 18%.

Classe di umidità 3:

condizioni climatiche che danno luogo a contenuti di umidità più elevati.

(1) Minimo per le graffe: Fe/Zn 12c

(2) In condizioni severe: Fe/Zn 40c o rivestimento di zinco per immersione a caldo

Resistenza alla corrosione

I mezzi di unione metallici strutturali devono, di regola, essere intrinsecamente resistenti alla corrosione, oppure devono essere protetti contro la corrosione.

L'efficacia della protezione alla corrosione dovrà essere commisurata alle esigenze proprie della Classe di Servizio in cui opera la struttura.

Disposizioni Costruttive e Controllo dell'Esecuzione

Le strutture di legno devono essere costruite in modo tale da conformarsi ai principi ed alle considerazioni pratiche che sono alla base della loro progettazione.

I prodotti per le strutture devono essere applicati, usati o installati in modo tale da svolgere in modo adeguato le funzioni per le quali sono stati scelti e dimensionati.

La qualità della fabbricazione, preparazione e messa in opera dei prodotti deve conformarsi alle prescrizioni del progetto e del presente capitolato.

Le indicazioni qui esposte sono condizioni necessarie per l'applicabilità delle regole di progetto contenute nelle normative internazionali esistenti ed in particolare nell'Eurocodice 5.

In assenza di specifiche prescrizioni contenute nelle pertinenti norme di prodotto, al fine di limitare la variazione dell'umidità del materiale e dei suoi effetti sul comportamento

strutturale, le condizioni di stoccaggio, montaggio e le fasi di carico parziali, devono essere definite in fase progettuale.

Per tutte le membrature per le quali sia significativo il problema della instabilità, lo scostamento dalla configurazione geometrica teorica non dovrà superare 1/500 della distanza tra due vincoli successivi, nel caso di elementi lamellari incollati, e 1/300 della medesima distanza, nel caso di elementi di legno massiccio.

Quanto sopra deve essere comunque verificato, anche indipendentemente dalle regole di classificazione del legname.

Nella maggior parte dei criteri di classificazione del legname, sulla arcuatura dei pezzi sono inadeguate ai fini della scelta di tali materiali per fini strutturali; si dovrà pertanto far attenzione particolare alla loro rettilineità.

Non si dovranno impiegare per usi strutturali elementi rovinati, schiacciati o danneggiati in altro modo.

Il legno ed i componenti derivati dal legno, e gli elementi strutturali non dovranno essere esposti a condizioni più severe di quelle previste per la struttura finita e che comunque producano effetti che ne compromettano l'efficienza strutturale.

Prima della costruzione il legno dovrà essere portato ad un contenuto di umidità il più vicino possibile a quello appropriato alle condizioni ambientali in cui si troverà nella struttura finita. Se non si considerano importanti gli effetti di qualunque ritiro, o se si sostituiscono parti che sono state danneggiate in modo inaccettabile, è possibile accettare maggiori contenuti di umidità durante la messa in opera, purché ci si assicuri che al legno sia consentito di asciugare fino a raggiungere il desiderato contenuto di umidità prevista in fase progettuale senza che ne venga compromessa l'efficienza strutturale.

Quando si tiene conto della resistenza dell'incollaggio delle unioni per il calcolo allo stato limite ultimo, si presuppone che la fabbricazione dei giunti sia soggetta ad un controllo di qualità che assicuri che l'affidabilità sia equivalente a quella dei materiali giuntati.

La fabbricazione di componenti incollati per uso strutturale dovrà avvenire in condizioni ambientali controllate.

Quando si tiene conto della rigidità dei piani di incollaggio soltanto per il progetto allo stato limite di esercizio, si presuppone l'applicazione di una ragionevole procedura di controllo di qualità che assicuri che solo una piccola percentuale dei piani di incollaggio cederà durante la vita della struttura.

Si dovranno seguire le istruzioni dei produttori di adesivi per quanto riguarda la miscelazione, le condizioni ambientali per l'applicazione e la presa, il contenuto di umidità degli elementi lignei e tutti quei fattori concernenti l'uso appropriato dell'adesivo.

Per gli adesivi che richiedono un periodo di maturazione dopo l'applicazione, prima di raggiungere la completa resistenza, si dovrà evitare l'applicazione di carichi ai giunti per il tempo necessario.

Nelle unioni con dispositivi meccanici si dovranno limitare smussi, fessure, nodi od altri difetti in modo tale da non ridurre la capacità portante dei giunti.

In assenza di altre specificazioni, i chiodi dovranno essere inseriti ad angolo retto rispetto alla fibratura e fino ad una profondità tale che le superfici delle teste dei chiodi siano a livello della superficie del legno.

La chiodatura incrociata dovrà essere effettuata con una distanza minima della testa del chiodo dal bordo caricato che dovrà essere almeno 10 d, essendo d il diametro del chiodo.

I fori per i bulloni possono avere un diametro massimo aumentato di 1 mm rispetto a quello del bullone stesso.

Sotto la testa e il dado si dovranno usare rondelle con il lato o il diametro di almeno 3 d e spessore di almeno 0,3 d (essendo d il diametro del bullone). Le rondelle dovranno appoggiare sul legno per tutta la loro superficie.

Bulloni e viti dovranno essere stretti in modo tale che gli elementi siano ben serrati e se necessario dovranno essere stretti ulteriormente quando il legno abbia raggiunto il suo

contenuto di umidità di equilibrio. Il diametro minimo degli spinotti è 8 mm. Le tolleranze sul diametro dei perni sono di -0,1 mm e i fori predisposti negli elementi di legno non dovranno avere un diametro superiore a quello dei perni.

Al centro di ciascun connettore dovranno essere disposti un bullone od una vite. I connettori dovranno essere inseriti a forza nei relativi alloggiamenti.

Quando si usano connettori a piastra dentata, i denti dovranno essere pressati fino al completo inserimento nel legno. L'operazione di pressatura dovrà essere normalmente effettuata con speciali presse o con speciali bulloni di serraggio aventi rondelle sufficientemente grandi e rigide da evitare che il legno subisca danni.

Se il bullone resta quello usato per la pressatura, si dovrà controllare attentamente che esso non abbia subito danni durante il serraggio. In questo caso la rondella dovrà avere almeno la stessa dimensione del connettore e lo spessore dovrà essere almeno 0,1 volte il diametro o la lunghezza del lato.

I fori per le viti dovranno essere preparati come segue:

a) il foro guida per il gambo dovrà avere lo stesso diametro del gambo e profondità pari alla lunghezza del gambo non filettato;

b) il foro guida per la porzione filettata dovrà avere un diametro pari a circa il 50% del diametro del gambo;

c) le viti dovranno essere avvitate, non spinte a martellate, nei fori predisposti.

L'assemblaggio dovrà essere effettuato in modo tale che non si verifichino tensioni non volute. Si dovranno sostituire gli elementi deformati, e fessurati o malamente inseriti nei giunti.

Si dovranno evitare stati di sovrasollecitazione negli elementi durante l'immagazzinamento, il trasporto e la messa in opera. Se la struttura è caricata o sostenuta in modo diverso da come sarà nell'opera finita, si dovrà dimostrare che questa è accettabile anche considerando che tali carichi possono avere effetti dinamici. Nel caso per esempio di telai ad arco, telai a portale, ecc., si dovranno accuratamente evitare distorsioni nel sollevamento dalla posizione orizzontale a quella verticale.

Controlli

La Direzione dei Lavori dovrà accertarsi che siano state effettuate verifiche di:

- controllo sul progetto;
- controllo sulla produzione e sull'esecuzione fuori e dentro il cantiere;
- controllo sulla struttura dopo il suo completamento.

Tutte le forniture di elementi in legno per uso strutturale devono riportare il marchio del produttore e essere accompagnate da una documentazione relativa alle caratteristiche tecniche del prodotto.

Controllo sul progetto

Il controllo sul progetto dovrà comprendere una verifica dei requisiti e delle condizioni assunte per il progetto.

Controllo sulla produzione e sull'esecuzione

Il controllo sulla produzione e sull'esecuzione dovrà comprendere documenti comprovanti:

- le prove preliminari, per esempio prove sull'adeguatezza dei materiali e dei metodi produttivi;
- controllo dei materiali e loro identificazione, per esempio:
- per il legno ed i materiali derivati dal legno: specie legnosa, classe, marchiatura, trattamenti e contenuto di umidità;
- per le costruzioni incollate: tipo di adesivo, procedimento produttivo, qualità dell'incollaggio;
- per i connettori: tipo, protezione anticorrosione;
- trasporto, luogo di immagazzinamento e trattamento dei materiali;

- controllo sulla esattezza delle dimensioni e della geometria;
- controllo sull'assemblaggio e sulla messa in opera;
- controllo sui particolari strutturali, per esempio:
- numero dei chiodi, bulloni, ecc.;
- dimensioni dei fori, corretta preforatura;
- interassi o distanze rispetto alla testata od ai bordi, fessurazioni.

Controllo della struttura dopo il suo completamento.

Un programma di controlli dovrà specificare i tipi di controllo da effettuare durante l'esercizio ove non sia adeguatamente assicurato sul lungo periodo il rispetto dei presupposti fondamentali del progetto.

Sono abilitati ad effettuare le prove ed i controlli, sia sui prodotti che sui cicli produttivi, i laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 e s.m.i e gli organismi di prova abilitati ai sensi del D.P.R. n. 246/93 e s.m.i in materia di prove e controlli sul legno.

Forniture e Documentazione di Accompagnamento

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. 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 prima della messa in opera, è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

Prodotti Provenienti dall'Estero

Gli adempimenti di cui al punto 11.7.10 si applicano anche ai prodotti finiti provenienti dall'estero e non dotati di marcatura CE.

Disposizioni Ulteriori

Tutti i documenti più significativi e le informazioni necessarie per l'utilizzo in esercizio e per la manutenzione della struttura dovranno essere raccolte dalla Direzione dei Lavori in apposito fascicolo e poi messe a disposizione della persona che assume la responsabilità della gestione dell'edificio.

Tutte le forniture di elementi in legno per uso strutturale devono riportare il marchio del produttore e essere accompagnate da una documentazione relativa alle caratteristiche tecniche del prodotto; inoltre, a cura del produttore, ogni fornitura deve essere accompagnata da un manuale contenente le specifiche tecniche per la posa in opera.

Per quanto non espressamente contemplato nel presente articolo, le modalità esecutive devono essere conformi alle indicazioni della normativa consolidata.

Tutti i prodotti e/o materiali di cui al presente articolo, qualora possano essere dotati di marcatura CE secondo la normativa tecnica vigente, dovranno essere muniti di tale marchio.

La Direzione dei Lavori prima della messa in opera, è tenuta a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi a quanto sopra prescritto.

Art. 12 – Controsoffitti

Tutti i controsoffitti in genere dovranno eseguirsi con cure particolari allo scopo di ottenere superfici esattamente orizzontali (od anche sagomate secondo le prescritte centine), senza ondulazioni od altri difetti e di evitare in modo assoluto la formazione, in un tempo più o meno prossimo, di crepe, incrinature o distacchi dell'intonaco. Al manifestarsi di tali screpolature la Direzione Lavori avrà facoltà, a suo insindacabile giudizio, di ordinare all'Appaltatore il

rifacimento, a carico di quest'ultimo, dell'intero controsoffitto con l'onere del ripristino di ogni altra opera già eseguita (stucchi, tinteggiature, ecc.). Dalla faccia inferiore di tutti i controsoffitti dovranno sporgere i ganci di ferro appendilumi e/o si dovranno prevedere adatti fori per l'inserimento di corpi illuminanti ad incasso. Tutti i legnami impegnati per qualsiasi scopo nei controsoffitti dovranno essere abbondantemente spalmati di carbolineo su tutte le facce. La Direzione Lavori potrà prescrivere la predisposizione di adatte griglie o sfiatatoi in metallo per la ventilazione dei vani racchiusi dal controsoffitto.

Controsoffitto in arella - I controsoffitti in arella saranno composti:

- dell'armatura principale retta o centinata in legno di abete, formata con semplici costoloni di cm 6 x 12, oppure con centine composte di due o tre tavole sovrapposte ed insieme collegate con interasse di cm 100;
- dell'orditura di correntini in abete della sezione di cm 4 x 4, posti alla distanza di cm 30 gli uni dagli altri e fissati solidamente con chiodi e reggette alle centine ed ai costoloni di cui sopra ed incassati ai lati entro le murature in modo da assicurare l'immobilità;
- del canniccio legato con fil di ferrao;
- del rinzaffo di malta bastarda o malta di cemento, secondo quanto prescritto, la quale deve risalire superiormente alla rete;
- dell'intonaco (eseguito con malta comune di calce e sabbia e incollato a colla di malta fina) steso con dovute cautele e con le migliori regole dell'arte perché riesca del minore spessore possibile, con superficie piana e liscia.

Controsoffitto in cartongesso - I controsoffitti saranno costituiti da una lastra in cartongesso dello spessore minimo di mm 10-13, fissata ad una struttura di sostegno, a sua volta ancorata con fili di sospensione e tasselli ad espansione al soffitto.Le giunzioni tra pannelli verranno opportunamente stuccate con l'impiego di tela e gesso, e convenientemente rasate e carteggiate.

Art. 13 – Intonaci

Gli intonaci in genere dovranno essere eseguiti in stagione opportuna, dopo aver rimossa dai giunti delle murature, la malta aderente, ripulita ed abbondantemente bagnata la superficie della parete stessa. Gli intonaci, di qualunque specie siano (lisci, a superficie rustica, a bugne, per cornici e quanto altro), non dovranno mai presentare peli, crepature irregolarità negli allineamenti e negli spigoli, od altri difetti. Quelli comunque difettosi o che non presentassero la necessaria aderenza alle murature, dovranno essere demoliti e rifatti dall'Appaltatore a sue spese. La calce da usarsi negli intonaci dovrà essere estinta da almeno tre mesi per evitare scoppiettii, sfioriture e screpolature, verificandosi le quali sarà a carico dell'Appaltatore fare tutte le riparazioni occorrenti. Ad opera finita l'intonaco dovrà avere uno spessore non inferiore a mm 15. Gli spigoli sporgenti o rientranti verranno eseguiti ad angolo vivo oppure con opportuno arrotondamento a seconda degli ordini che in proposito darà la Direzione Lavori. Particolarmente per ciascun tipo di intonaco si prescrive quanto appresso.

Intonaco grezzo o arricciatura - Predisposte le fasce verticali, sotto regola di guida, in numero sufficiente verrà applicato alle murature un primo strato di malta comune detto rinzaffo, gettato con forza in modo che possa penetrare nei giunti e riempirli. Dopo che questo strato sarà alquanto asciutto, si applicherà su di esso un secondo strato della medesima malta che si stenderà con la cazzuola o col frattone stuccando ogni fessura e togliendo ogni asprezza, sicché le pareti riescano, per quanto possibile, regolari.

Intonaco comune o civile - Appena l'intonaco grezzo avrà preso consistenza, si stenderà su di esso un terzo strato di malta fina, che si conguaglierà con le fasce di guida per modo che l'intera superficie risulti piana ed uniforme, senza ondeggiamenti e disposta a perfetto piano verticale o secondo le superfici degli intradossi.

Intonaci colorati - Per gli intonaci delle facciate esterne, potrà essere ordinato che alla malta da adoperarsi sopra l'intonaco grezzo siano mischiati i colori che verranno indicati per ciascuna parte delle facciate stesse. Per dette facciate potranno venire ordinati anche i graffiti, che si otterranno aggiungendo ad uno strato di intonaco colorato, come sopra descritto, un secondo strato pure colorato ad altro colore, che poi verrà raschiato, secondo opportuni disegni, fino a far apparire il precedente. Il secondo strato di intonaco colorato dovrà avere lo spessore di almeno mm 2.

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

Intonaco a stucco lucido - Verrà preparato con lo stesso procedimento dello stucco semplice; l'abbozzo deve essere preparato con maggior diligenza, di uniforme grossezza ed assolutamente privo di fenditure. Spianato lo stucco, prima che esso sia asciutto si bagna con acqua in cui sia sciolto del sapone di Genova e quindi si comprime e si tira a lucido con ferri caldi, evitando qualsiasi macchia, la quale sarà sempre da attribuire a cattiva esecuzione del lavoro. Terminata l'operazione si bagna lo stucco con la medesima soluzione saponacea, lisciandolo con pannolino.

Rabboccature - Le rabboccature che occorressero su muri vecchi o comunque non eseguiti con faccia vista in malta o sui muri a secco, saranno formate con malta di calce. Prima dell'applicazione della malta, le connessure saranno diligentemente ripulite, fino a conve

Art. 14 – Tinteggiature

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, sia quelle preesistenti che quelle reintonacate e renderle simili. La scelta dei colori è dovuta al criterio insindacabile della D.L.. in accordo con la Stazione Appaltante. In caso di contestazione, qualora l'Appaltatore non sia in grado di dare la dimostrazione del numero di passate effettuate, la decisione sarà a sfavore dell'Appaltatore stesso. Comunque esso ha l'obbligo, dopo l'applicazione di ogni passata e prima di procedere all'esecuzione di quella successiva, di chiedere approvazione alla Direzione lavori. Prima di iniziare le opere da pittore, l'impresa ha inoltre l'obbligo di eseguire, nei luoghi e con le modalità che le saranno prescritte, i campioni dei vari lavori di rifinitura, sia per la scelta delle tinte che per il genere di esecuzione, e di ripeterli eventualmente con le varianti richieste, sino ad ottenere l'approvazione della D.L. e dell' Ente di Tutela. Essa dovrà infine adottare ogni precauzione e mezzo atti ad evitare spruzzi o macchie di tinte o vernici sulle opere finite e sugli adiacenti decori esistenti, restando a suo carico ogni lavoro necessario a riparare i danni eventualmente arrecati.
Le opere dovranno eseguirsi di norma combinando opportunamente le operazioni elementari e le particolari indicazioni che seguono. La D.L. avrà la facoltà di variare, a suo insindacabile giudizio, le opere elementari elencate in appresso, sopprimendone alcune od aggiungendone altre che ritenesse più particolarmente adatte al caso specifico e l'impresa dovrà uniformarsi a tali prescrizioni senza potere perciò sollevare eccezioni di sorta. Il prezzo dell'opera stessa subirà in conseguenza semplici variazioni in meno od in più, in relazioni alle varianti introdotte ed alle indicazioni della tariffa prezzi, senza che l'impresa possa accampare perciò diritto a compensi speciali di sorta.
La tinteggiatura dovra' essere campionata alla D.L.

CAPO 5 – PRESCRIZIONI PER IL RIPRISTINO DI STRUTTURE ESISTENTI

Art.15 – Trattamento di pulitura dei materiali

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.

Tecniche di pulizia - 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;

– un'azione meccanica se pompata a pressione (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.

d) 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.

e) 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.

f) 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.

g) 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.

h) 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.

Pulitura del legno- Nel trattamento di risanamento dall'attacco di funghi è necessario pulire a fondo i legni, gli intonaci, le murature infestate, e sterilizzarle con fiaccola da saldatura, con intonaco fungicida o con irrigazione del muro stesso. Per il risanamento dall'attacco di insetti esistono trattamenti specifici, quali la scattivatura del legno, le iniezioni di antisettico, la sterilizzazione con il calore o la fumigazione con gas tossici, che deve essere eseguita da ditte specializzate. Le operazioni preventive nei confronti degli attacchi da parte di funghi e di insetti prendono inizio da un contenimento del livello di umidità, ottenuto con una buona ventilazione degli appoggi delle travi, che non devono essere sigillate nel muro né coperte di intonaco. Le sostanze protettive possono essere applicate a pennello o a spruzzo, ed è buona norma che l'operatore si munisca di guanti, occhiali protettivi, tuta, ecc

Pulitura di cotto e laterizi - I metodi consigliati sono:

– spray d'acqua e/o acqua nebulizzata per tempi brevi e controllati, al fine di evitare l'eccessiva imbibizione del materiale;

– metodi chimici o impacchi con argille assorbenti, in cicli successivi per verificare la completa desalinizzazione. Tra una fase e la seguente la superficie dovrà risultare completamente asciutta.

Art.16 – Trattamento di consolidamento dei materiali

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.

Le disposizioni tecniche per gli interventi di consolidamento devono rispettare le prescrizioni del progetto di Restauro materico. L'impresa ha l'obbligo di predisporre delle campionature per ciascun tipo di intervento di recupero materico strutturale. In ogni caso gli interventi di recupero devono essere approvati dalla Direzione dei lavori. Consolidamento di cotto e laterizi I laterizi possono essere consolidati con silicati di etile, alchil-alcossi-silani o miscele dei due.

Art.17 – Consolidamento delle murature mediante iniezioni di miscele leganti

Per il recupero delle fessurazioni, si deve basare sulla preventiva attenta analisi della struttura svolta al fine di individuare l'esatta localizzazione delle sue cavità, la natura e la composizione chimico-fisica dei materiali che la compongono. Le indagini diagnostiche dovranno essere eseguite attraverso tecniche comuni come la percussione della muratura oppure, ricorrendo a carotaggi con prelievo di materiale, o ad indagini di tipo non distruttivo (termografie, ultrasuoni, radarstratigrafie ecc.). La procedura operativa consiste nell'iniettare una miscela entro fori convenientemente predisposti, ad una pressione variabile, di boiacca idraulica che, riempiendo le fratture e gli eventuali vuoti (sostituendosi e/o integrando la malta originaria), consoliderà la struttura muraria così da ripristinare la continuità della struttura.

Art.18 – Risarcimento-stilatura giunti di malta

Prevede l'integrazione delle porzioni di malta mancanti, mediante impasti a base di calce con i requisiti di resistenza simili a quelli del materiale originale e con caratteristiche fisiche (tessitura, grana, colore ecc.) simili o discordanti in relazione alle disposizioni di progetto. L'operazione di stillatura dove essere evitata (previa rimozione) su manufatti saturi di sali, in particolare in presenza di estese efflorescenze saline, ovvero di muffe, polveri o parti non solidali che potrebbero impedire la solidificazione della malta tra gli elementi. Previa esecuzione delle verifiche e delle operazioni preliminari (asportazione parti non consistenti e lavaggio della superficie) la procedura prevede l'abbondante bagnatura con acqua pulita (specialmente se il substrato è particolarmente poroso) del giunto, così da garantire alla malta originale ed alle superfici limitrofe l'utile saturazione, basilare per evitare che si verifichi l'assorbimento del liquido dalla nuova malta compromettendone la presa. Una volta inumidito il giunto si effettua l'applicazione dell'impasto in strati successivi secondo la profondità e la lunghezza della lacuna da riempire. Per l'impasto, seguendo le disposizioni di progetto, si potranno utilizzare appositi formulati costituiti da calce idraulica, grassello di calce, sabbie od altri aggregati minerali di granulometria nota; per le parti più arretrate sarà opportuno utilizzare un impasto a base di calce idraulica naturale (ottenuta per calcinazione a bassa temperatura, esente da sali solubili, con un'ottima permeabilità al vapore) e sabbia di fiume vagliata (granulometria 0,5-1,5 mm). In alternativa, se non diversamente indicato negli elaborati di progetto, alla sabbia si potranno utilizzare altre cariche quali pozzolana o cocciopesto (coccio macinato disidratato ricavato dalla frantumazione d'argilla cotta a basse temperature); in ogni caso il rapporto legante inerte sarà sempre di 1:2.

Questo strato di "fondo" si effettua utilizzando cazzuolino, cucchiarotto o una piccola spatola metallica facendo attenzione a non "sporcare" le superfici non interessate. A questo scopo è conveniente proteggere, preventivamente, con idonea pellicola protettiva (ad es. nastro di carta adesivo) o con teli di nylon, sia le superfici lapidee o laterizie dei conci che delimitano il giunto d'allettamento, sia gli eventuali serramenti od elementi ornamentali prossimi alla zona d'intervento. Dopo un periodo di tempo sufficiente a consentire un primo indurimento dell'impasto si provvederà a "stringere" la malta mediante una leggera pressione della mano o della punta della cazzuola, così da compattarla e renderla più solida. Questa operazione andrà ripetuta dopo circa 5-6 ore d'estate e dopo 24 ore d'inverno nell'arco di mezza giornata fino a che il giunto apparirà coeso e senza cretti.

Nel caso di un giunto con finitura scabra si potrà intervenire sulla malta della stillatura (appena questa abbia "tirato" ma sia ancora modellabile) "segnandola" con spazzola di saggina o tamponandola con tela di Juta ruvida. Si ricorda che la spazzola non dovrà essere strofinata sulla superficie, ma battuta leggermente, altrimenti si rischierà di danneggiare la rabboccatura. Saranno da evitare spazzole di ferro in quanto si potrebbero danneggiare il giunto ed i supporti limitrofi. A seconda delle disposizioni di progetto esecutivo l'operazione di integrazione-risarcitura potrà essere più o meno

connotata; si potrà, infatti, eseguire una stillatura dei giunti seguendo il filo esistente oppure eseguirla in leggero sottofilo od, ancora, sfruttando la granulometria ed il colore degli inerti si potrà ottenere un risultato mimetico o di evidente contrasto tra la vecchia e la nuova malta. Per la risarcitura "mimetica" si dovrà porre particolare attenzione nell'individuazione della composizione e colorazione specifica della malta che dovrà accordarsi, mediante la cromia dell'impasto e la granulometria degli aggregati, una volta applicata ed essiccata, alla granulometria delle malte di supporto, considerando le diverse gradazioni cromatiche e caratteristiche tessiturali presenti nell'apparecchio murario dovute al diverso orientamento, esposizione agli agenti atmosferici ed alla presenza di materiali diversi.

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

Generalità – Nei lavori di risanamento delle murature di edifici antichi sarà buona norma privilegiare l'uso di tecniche edilizie che si riallacciano alla tradizione costruttiva riscontrabile nel manufatto in corso di recupero. Non dovranno, quindi, essere utilizzate indiscriminatamente le tecniche del moderno cantiere edilizio. Bisognerà evitare, soprattutto in presenza di decorazioni parietali, interventi traumatici e lesivi dell'originale continuità strutturale e l'utilizzo dei materiali diversi da quelli impiegati dall'antica tecnica costruttiva. Il ricorso a materiali analoghi agli originali, infatti, consente una più sicura integrazione dei nuovi elementi con il manufatto antico ed, inoltre, evita che si possa creare una discontinuità nelle resistenze fisiche chimiche e meccaniche.

Nel caso specifico l'operazione di stillatura dei giunti dovrà avvenire in due fasi/modalità:

- **stillatura profonda strutturale** da eseguirsi ove sia avvenuta una rimozione del giunto in malta perché di qualità scadente, incoerente o ammalorato (nelle aree individuate dalla D.L.) – la stilatura dovrà essere eseguita nelle modalità precedentemente descritte utilizzando materiali a norma NTC2008;
- **stillatura superficiale su paramento a faccia a vista** – dato il particolare valore storico del fabbricato, la finitura dei paramenti a faccia vista dovrà essere eseguita PREVIA CAMPIONATURA ALLA D.L. E SOTTO LA SUPERVISIONE DELLA SBBAA. Dovranno essere eseguite malte, anche premiscelate, realizzate con sabbie selezionate in curva granulometrica controllata con pezzatura massima 2,5 mm, leganti di elevata qualità, da impastare unicamente con acqua pulita, addittivi in grado di riprodurre la colorazione rosea originaria ("cocciopesto") di classe M10. La scelta degli inerti sarà dettata dalle analisi preventive effettuate su materiali campione, e dalla risoluzione cromatica che si vorrà ottenere in sintonia o in difformità con le malte esistenti.

Art. 18.1 - Modalità di prova, controllo e collaudo

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

Art.19 – Risarcimento con cuci e scuci

L'operazione di scuci e cuci consisterà nella risarcitura delle murature per mezzo della parziale sostituzione del materiale; le murature particolarmente degradate, al punto da essere irrecuperabili ed incapaci di assolvere la funzione statica, ovvero meccanica, saranno ripristinate con "nuovi" materiali compatibili per natura e dimensioni. L'intervento potrà limitarsi al solo paramento murario oppure estendersi per tutto il suo spessore. La scelta del materiale di risarcitura dovrà essere fatta con estrema cura, i nuovi elementi dovranno soddisfare diverse esigenze: storiche, estetiche e soprattutto tecniche; dovrà essere compatibile con la preesistenza per dimensioni (così da evitare discontinuità della trama muraria e l'insorgenza di scollamenti tra la parte vecchia e quella nuova) e per natura (una diversità di compattezza potrebbe, ad esempio, implicare un diverso grado di assorbimento con conseguente insorgenza di macchie). Laddove le circostanze lo consentiranno, potrà essere conveniente utilizzare materiale recuperato dallo stesso cantiere, (ricavato, ad esempio, da demolizioni o crolli) selezionandolo accuratamente al fine di evitare di riutilizzare elementi danneggiati e/o degradati. Prima di procedere con l'operazione di scuci e cuci si dovrà realizzare un rilevo accurato della porzione di muratura da sostituire al fine di circoscrivere puntualmente la zona da ripristinare dopodichè, dove si renderà necessario, si procederà alla messa in opera di opportuni puntellamenti così da evitare crolli o deformazioni indesiderate. La porzione di muratura da sanare verrà divisa in cantieri (dimensionalmente rapportati alla grandezza dell'area interessata dall'intervento di norma non più alti di 1,5 m e larghi 1 m) dopodichè si procederà (dall'alto verso il basso) alternando le demolizioni e le successive ricostruzioni, in modo da non danneggiare le parti di murature limitrofe che dovranno continuare ad assolvere la funzione statica della struttura. La demolizione potrà essere eseguita ricorrendo a mezzi manuali (martelli, punte e leve) facendo cura di non sollecitare troppo la struttura evitando di provocare ulteriori danni; ad asportazione avvenuta la cavità dovrà essere pulita con l'ausilio di spazzole, raschietti o aspiratori, in modo da rimuovere i detriti polverulenti e grossolani (nel caso sia necessario ricorrere ad un tipo di pulitura che preveda l'uso di acqua l'intervento dovrà attenersi alle indicazioni specificate per le puliture a base di acqua). La messa in opera del materiale dovrà essere tale da consentire l'inserimento di zeppe in legno tra la nuova muratura e la vecchia sovrastante, da sostituire, solo a ritiro avvenuto, con mattoni pieni (ovvero con materiale compatibile) e malta fluida. La malta di connessione, se non diversamente indicato dagli elaborati di progetto, potrà essere una malta di calce idraulica naturale con inerte costituito da sabbia silicea, cocciopesto e pozzolana vagliati e lavati (rapporto legante inerte 1:2 o 1:3). Se espressamente indicato dagli elaborati di progetto, l'intervento di scuci e cuci potrà essere denunciato così da tutelare la stratigrafia stessa dell'edificio, realizzando la nuova porzione di muratura con mattoni pieni di dimensioni diverse (maggiori) di quelli presenti nella muratura storica).

I lavori di consolidamento delle murature potranno essere effettuati ricorrendo alle più svariate tecniche anche specialistiche e ad alto livello tecnologico purché queste metodologie, a discrezione della D.L., vengano giudicate compatibili con la natura delle strutture antiche e siano chiaramente riconoscibili e distinguibili alla muratura originaria. Per quanto possibile tali lavori dovranno essere eseguiti in modo da garantire la reversibilità dell'intervento. I lavori di consolidamento delle murature dovranno essere condotti, ove applicabili, nei modi stabiliti dal D.M. 14 gennaio 2008. L'appaltatore sarà tenuto:

– ad eseguire, a suo carico, le verifiche di stabilità in essa previste affidandone la redazione ad un tecnico abilitato fornendone una relazione particolareggiata alla D.L. ed all'amministrazione appaltante nei termini stabiliti dall'art. "Oneri ed obblighi a carico dell'appaltatore" del presente capitolato;

– ad affidare la direzione della realizzazione dei lavori di consolidamento ad un tecnico abilitato comunicandone all'amministrazione il nominativo e la relativa accettazione dell'incarico;

– nei casi in cui esista il rischio di crolli e sussistono particolari condizioni di pericolo, ad eseguire i lavori in concomitanza di un efficiente sistema elettronico di monitoraggio strutturale.

Art. 19.1 - Modalità di prova, controllo e collaudo

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare con le analisi più idonee se le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto e se i materiali hanno le caratteristiche dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento. I lavori potranno anche essere sottoposti, qualsiasi sia la loro natura a prove di carico statico secondo la normativa stabilita dal D.M. 14 gennaio 2008. Oltre alle prove di resistenza dei calcestruzzi e degli acciai previste dalle vigenti norme, la direzione dei lavori potrà richiedere prove non distruttive con metodi sonici in modo da individuare gli eventuali difetti e controllare la continuità dei getti. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento.

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

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

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

Art. 20 – Consolidamento mediante iniezioni a base di miscele leganti

Prima di dare inizio ai lavori, l'appaltatore dovrà eseguire un'attenta analisi della struttura al fine di determinare l'esatta localizzazione delle sue cavità. L'esame potrà essere effettuato mediante tecniche molto usuali come la percussione della muratura oppure ricorrendo a cartonaggi o, in relazione all'importanza delle strutture e dietro apposita prescrizione, ad indagini di tipo non distruttivo (termografie, ultrasuoni, ecc.). In seguito, l'appaltatore farà asportare lo strato di rivestimento per mettere a nudo la lesione e per meglio esaminare la consistenza del paramento murario. In presenza di murature in pietrame incerto sarà preferibile non togliere lo strato d'intonaco al fine di evitare l'eccessivo trasudamento della

miscela legante. I punti su cui praticare i fori (in genere 2 o 3 ogni mq) verranno scelti dalla D.L. in base alla distribuzione delle fessure ad al tipo di struttura. Nelle murature in pietrame, le perforazioni dovranno essere eseguite in corrispondenza dei punti di giunzione delle malte e ad una distanza che, in relazione alla compattezza del muro, potrà variare dai 60 agli 80 cm. Nelle murature in mattoni pieni la distanza fra i fori non dovrà superare i 50 cm. Le perforazioni andranno eseguite distribuendole in modo che le aree delle singole iniezioni vadano a sovrapporsi; ciò si otterrà lasciando fuoriuscire, durante l'iniezione, la miscela dai tubicini "testimoni". Durante questa lavorazione sarà necessario evitare che le sbavature vadano a rovinare in modo irreversibile l'integrità degli adiacenti strati di rivestimento. Per agevolare la diffusione della miscela, l'appaltatore dovrà praticare dei fori profondi quanto la metà dello spessore del muro. Se lo spessore risulterà inferiore a 60-70 cm, le iniezioni verranno effettuate su una sola faccia della struttura; se, invece, supererà i 70 cm si dovrà lavorare su ambedue le facce; se lo spessore dovesse essere ancora maggiore (1,5-2,0 ml), o se risultasse impossibile iniettare su entrambi i lati, si dovrà perforare la muratura da un solo lato fino a raggiungere i 2/3 della profondità del muro. Se la muratura sarà in mattoni pieni, per distribuire meglio la miscela e per interessare i diversi strati orizzontali di malta, andranno praticate perforazioni inclinate di almeno 45 gradi verso il basso fino a raggiungere una profondità di 30-40 cm. Gli ugelli di iniezione ed i tubicini "testimone" andranno cementati con la stessa miscela d'iniezione resa più densa. Tutte le lesioni e le eventuali sconnessioni fra conci saranno stuccate in modo da non permettere la fuoriuscita della miscela legante. Prima di iniettare la miscela, dovrà essere effettuato un prelavaggio delle sezioni filtranti sia al fine di saturare la massa muraria sia di mantenere la densità della miscela sia di visualizzare, mediante, l'umidità risorgente dagli intonaci, l'estensione delle zone da trattare e l'esistenza di eventuali lesioni non visibili. Il lavaggio dovrà essere eseguito con acqua pura e priva di materie terrose; durante la fase del lavaggio andranno effettuate le operazioni supplementari di rinzaffo, stilatura dei giunti e sigillatura delle lesioni. La trasfusione delle miscele leganti all'interno dei fori sarà eseguita a pressione controllata; solo dietro prescrizione della D.L. si dovrà fare ricorso ad un'idonea pompa a mano o automatica provvista di un manometro di facile lettura. La miscela, d'idonea consistenza e composizione, dovrà essere omogenea, ben amalgamata ed esente da grumi ed impurità. Se il dissesto sarà limitato ed una zona ristretta, dovranno essere risanate, con una pressione non troppo elevata, prima le parti più danneggiate ed inseguito, utilizzando una pressione maggiore, le rimanenti zone. Dopo un preconsolidamento, che sarà eseguito colando mediante un imbuto una boiacca molto fluida, andranno effettuate le iniezioni procedendo con simmetria dal basso verso l'alto al fine di evitare pericolosi squilibri di peso e conseguenti alterazioni nella statica della struttura. La miscela andrà iniettata, in relazione alla consistenza della muratura, mediante una pressione di circa 0,5-1,0 kg/cmq che servirà ad agevolare il drenaggio e ad otturare con il ritorno elastico i fori. Occorrerà, inoltre, in relazione alla quota del piano di posa delle attrezzature, aumentare la pressione d'immissione di 1/2 atmosfera ogni 3 ml di dislivello in modo da bilanciare la pressione idrostatica. La pressione dovrà essere mantenuta costante fino a quando la miscela non sarà fuori uscita dai fori adiacenti o dai tubicini "testimoni". Dopo l'indurimento della miscela, gli ugelli saranno dismessi ed i fori sigillati con la malta appropriata. Negli edifici a diversi piani, le iniezioni dovranno essere praticate a partire dal piano più basso.

Art. 20.1 - Modalità di prova, controllo e collaudo

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare con le analisi più idonee se le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto e se i materiali hanno le caratteristiche dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento. I lavori potranno anche essere sottoposti, qualsiasi sia la loro natura a prove di carico statico secondo la normativa stabilita dal D.M. 14 gennaio 2008. Oltre alle prove di resistenza dei calcestruzzi e degli acciai previste dalle vigenti norme, la direzione dei lavori potrà richiedere prove non distruttive con metodi

sonici in modo da individuare gli eventuali difetti e controllare la continuità dei getti. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento.

Art. 21 – Consolidamento mediante iniezioni armate

Le modalità operative, simili a quelle previste per le iniezioni di malte leganti, avranno la finalità di assicurare alla muratura un consistente aumento della resistenza agli sforzi di trazione. Durante i lavori di consolidamento, l'appaltatore dovrà inserire nei fori delle barre metalliche opportunamente distanziate il cui schema distributivo, l'inclinazione ed il calibro saranno scelti dalla D.L. in funzione dei dissesti riscontrati dall'esame del quadro fessurativo dell'edificio o delle variazioni, apportate nel corso dei lavori agli equilibri dei carichi. I lavori dovranno essere condotti in modo da realizzare, all'interno della muratura, una struttura solidamente interconnessa. Le armature saranno costituite da tondini in acciaio inossidabile, normali o ad aderenze migliorata, con le dimensioni prescritte dagli elaborati di progetto o ordinate dalla D.L.

Art. 21.1 - Modalità di prova, controllo e collaudo

La direzione dei lavori potrà richiedere un controllo tramite prelievi al fine accertare con le analisi più idonee se le modalità di posa abbiano le caratteristiche previste dagli elaborati di progetto e se i materiali hanno le caratteristiche dichiarate dal produttore. I prelievi dovranno essere opportunamente riposti per essere successivamente inviati ai laboratori di analisi per il riscontro dei valori caratteristici con quelli utilizzati nel progetto. Di tali prelievi verrà redatto apposito verbale. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento.
I lavori potranno anche essere sottoposti, qualsiasi sia la loro natura a prove di carico statico secondo la normativa stabilita dal D.M. 14 gennaio 2008. Oltre alle prove di resistenza dei calcestruzzi e degli acciai previste dalle vigenti norme, la direzione dei lavori potrà richiedere prove non distruttive con metodi sonici in modo da individuare gli eventuali difetti e controllare la continuità dei getti. Tutti gli oneri sono a carico dell'appaltatore e sono compensati nei prezzi relativi ai lavori di consolidamento.

Art. 22 – Ispessimento delle pareti murarie

Ispessimento di parete muraria esistente ad una testa da eseguirsi mediante realizzazione di nuovo paramento murario accostato ad una testa realizzato con blocchi in laterizio di recupero aventi caratteristiche geometriche e proprietà meccaniche del tutto analoghe a quelle dei mattoni della parete originaria e conformi alle prescrizioni del D.M.2008 per muratura in zona sismica. La superficie della parete da ispessire dovrà essere pulita da eventuali intonaci preesistenti in modo da non avere elementi tali da costituire una discontinuità nel paramento murario. Nell'esecuzione dell'intervento è obbligatorio realizzare un collegamento efficace tra l'ispessimento e la parete esistente mediante l'esecuzione di diatoni in ragione di 4/6 al mq.

Art. 23 – Rimaneggiamento manto di copertura

Per le opere di ripassatura del manto di copertura, l'appaltatore sarà obbligato ad attenersi oltre che alle norme riportate dall'articolo "Demolizioni e rimozioni" del presente capitolato, anche, alle seguenti disposizioni. L'accesso al piano di lavoro dovrà essere fatto in totale sicurezza secondo le disposizioni riportate nel Piano di Sicurezza e Coordinamento appositamente redatto. Si dovrà aver cura di verificare gli elementi del manto danneggiati o scostati sostituendoli se necessario. Nel caso, al fine di sostituire uno o più elementi, risultasse necessario rimuoverne un numero più consistente, i pezzi riutilizzabili dovranno essere accatastati con cura e quindi riposti in opera.

Art. 24 – Materiali non tradizionali

Generalità - I materiali non tradizionali, o non trattati nel D.M. 14 gennaio 2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche perle costruzioni", potranno essere utilizzati per la realizzazione di elementi strutturali od opere, previa autorizzazione del Servizio Tecnico Centrale su parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, autorizzazione che riguarderà l'utilizzo del materiale nelle specifiche tipologie strutturali proposte sulla base di procedure definite dal Servizio Tecnico Centrale. I materiali ai quali ci si riferisce sono: calcestruzzi di classe di resistenza superiore a C70/85, calcestruzzi fibrorinforzati, acciai da costruzione non previsti nel punto 4.2 del sopracitato D.M., leghe di alluminio, leghe di rame, travi tralicciate in acciaio conglobate nel getto di calcestruzzo collaborante, materiali polimerici fibrorinforzati, pannelli con poliuretano o polistirolo collaborante, materiali murari non tradizionali, vetro strutturale, materiali diversi dall'acciaio con funzione di armatura da c.a.

Placcaggio e collegamenti con materiali compositi –

Principi funzionali di base:

La tecnica consiste nell'incollare alla struttura, mediante resine epossidiche, delle fasce ad alta resistenza, composte da tessuti di fibre di materiale composito (fibre di vetro nel caso in esame) immerso in una matrice polimerica. La tecnologia di tali sistemi compositi, denominati FRP, è indicata per i rinforzi flessionali e di confinamento a compressione per elementi in calcestruzzo, legno e acciaio e per il rinforzo di pannelli e volte murarie. Le caratteristiche principali del sistema sono la resistenza meccanica e chimica, il peso e lo spessore limitati, la facilità e la duttilità di applicazione nei riguardi dell'adattamento a forme complesse e non perfettamente piane. I compositi, a parità di peso, forniscono prestazioni migliori dell'acciaio, adesione perfetta alle superfici e spessori ridotti che fanno si che l'impatto visivo sia trascurabile. L'intervento, in ogni caso, è completamente reversibile in quanto le fasce sono semplicemente collate alla superficie e possono essere rimosse mediante un adeguato trattamento termico.

Campi di applicazione:

Il campo di applicazione di questa tecnologia nei riguardi delle strutture in muratura, comprende:

- il confinamento degli elementi verticali compressi;
- il cerchiaggio di pareti murarie per evitarne il ribaltamento fuori dal piano;
- il rinforzo di solai e volte.

L'utilizzo di materiali compositi con scopo di cerchiatura o confinamento consente l'efficace incremento sia del carico ultimo sia della duttilità e costituisce, pertanto, una valida alternativa all'utilizzo di cerchiature rigide. L'intervento di fasciatura a base di FRP, può essere utilizzato per il consolidamento di elementi verticali lapidei o in muratura (colonne, pilastri, ecc.), portanti o non portanti, soggetti a degradazioni di vario genere (fessurazioni, distacchi, ecc.). Tale intervento può risultare indicato anche qualora si debba realizzare un consolidamento preventivo (ad es. per un cambio di destinazione d'uso). La cerchiatura degli elementi verticali compressi, secondo i casi e le prescrizioni progettuali, può consistere nella fasciatura completa dei singoli elementi o in una fasciatura disposta secondo piani orizzontali. Un'applicazione particolare consiste nell'eseguire una fasciatura di pilastri in

muratura esclusivamente nei giunti di malta, mediante l'utilizzo di un nastro di altezza molto ridotta. Una soluzione di questo tipo, inoltre, interessando una superficie molto ridotta rispetto a quella totale, non è eccessivamente invasiva per il manufatto e consente di mantenere sostanzialmente inalterato il suo aspetto. L'intervento di cerchiaggio con le fibre di composito, pur non aumentando sensibilmente la rigidezza fuori dal piano delle murature, ha lo scopo di collegare efficacemente le murature ortogonali, "chiudendo" la scatola muraria. La tecnica consente di migliorare la risposta globale dell'edificio, conferendo,

inoltre, una maggiore duttilità al sistema. La fasciatura con FRP può essere utilizzata anche per contrastare il collasso della parte alta dei cantonali prodotto dalla spinta dei

puntoni dei tetti a padiglione. In questi casi, si osserva la rotazione di un cuneo delimitato da superfici di frattura che assumono inclinazioni diverse in relazione alla qualità del materiale e alla presenza di aperture. Per rendere efficace l'intervento, le fibre, devono essere prolungate oltre la linea di frattura fino a raggiungere una zona di muratura non interessata dal meccanismo utilizzando piastre di ancoraggio vincolate alla muratura. Le fibre in materiale composito possono, inoltre, essere utilizzate come intervento nei dissesti che interessano solai, archi e volte, applicate sull'intera superficie o in corrispondenza dei punti critici che si evidenziano attraverso il rilievo o la previsione del quadro fessurativo associato al meccanismo di collasso esaminato. In tali elementi strutturali, le fibre posizionate all'intradosso, manifestano una limitata efficacia garantita solo dall'aderenza tra lo strato di resina e la superficie dell'elemento; si vengono a creare degli sforzi di trazione perpendicolari alle fibre (tiro a vuoto). Se l'applicazione viene effettuata all'estradosso, la tensione di trazione nelle fibre, provoca invece una tensione di compressione sulla volta. Per questo motivo si consiglia l'applicazione delle fibre all'estradosso degli archi e delle volte. Sulle volte a crociera i nastri di materiale composito possono essere posizionati all'estradosso degli archi di imposta della volta e eventualmente anche sulle nervature diagonali. In alcuni casi il semplice intervento di placcaggio con fibre, pur essendo poco invasivo e facilmente removibile, può essere tuttavia di scarsa efficacia. La fasciatura con fibre può quindi essere associata alla costruzione di un arco di rinforzo all'estradosso dell'esistente, posizionando le fibre tra la volta e il nuovo arco di rinforzo. La presenza dell'arco, oltre ad aumentare lo spessore in chiave, ha lo scopo di confinare la fibra obbligandola ad aderire all'estradosso della volta. Soluzioni analoghe ma relative all'applicazione intradossale, sono poco praticabili su edifici monumentali. L'intervento con le fibre sulle volte può essere associato alla sostituzione del rinfianco con frenelli di laterizio che, diminuiscono il peso gravante sulla volta. Se all'intervento con i frenelli si aggiungono le fibre di composito con un sistema di ancoraggio, si limitano le possibilità di attivazioni dei meccanismi di collasso più probabili. Nel caso di progetto, l'intervento è finalizzato a prevenire il ribaltamento fuori dal piano di pareti di tamponamento particolarmente snelle nonché al ripristino delle lesioni superficiali all'appoggio fra solai e pareti portanti.

Applicazione della tecnica:

Per il rinforzo dei tramezzi e la riparazione delle lesioni superficiali orizzontali all'appoggio dei solai, si utilizza una rete bilanciata in fibra di vetro alcaresistente, installata con malta cementizia a reattività pozzolanica bicomponente ad elevata duttilità. L'applicazione della rete in fibra di vetro è preceduta dalla rimozione dell'intonaco esistente lungo le fasce di applicazione, l'eventuale rincocciatura, la depolverizzazione delle superfici di intaglio e successivo lavaggio a bassa pressione, l'applicazione del primo strato di malta cementizia, l'applicazione della rete in fibra di vetro avendo cura di arrotondare gli angoli fino ad ottenere una curvatura non inferiore a 25 mm, l'applicazione del secondo strato di malta cementizia sull'intera superficie della fibra di vetro.

- Tipo di fibra: vetro A.R.;
- Aspetto: rete con maglie 12.7x12.7 mm;
- Grammatura (g/m2): 125;
- Resistenza meccanica a trazione (kN/m): 30;
- Allungamento a rottura (%): < 3.

Accorgimenti, varianti e limiti:

La raccomandazione principale riguarda la preparazione del supporto e lo smusso degli spigoli per evitare concentrazioni di tensioni sulle fibre e taglio sulle stesse. Tali accorgimenti richiedono, per la posa in opera di tali elementi, personale specializzato. Le prestazioni finali del sistema dipendono strettamente dalla corretta progettazione e dalla accuratezza con

cui sono eseguite le diverse operazioni. In generale, vanno valutate attentamente le condizioni ambientali d'intervento, in particolare nel corso della stagione invernale e in presenza di forte umidità.

MICROCALCESTRUZZI FIBRORINFORZATI AD ELEVATISSIME PRESTAZIONI

Preparazione del supporto mediante scarifica meccanica:

Scarifica meccanica del supporto in calcestruzzo, per una profondità sufficiente a rimuovere tutte le parti degradate del calcestruzzo esistente ed ottenere un buon grado di rugosità superficiale necessario a garantire una corretta adesione della cappa collaborante al supporto.

Qualora:

• per motivi legati alla geometria del solaio non sia possibile eseguire un'adeguata scarifica meccanica;

• siano previste particolari sollecitazioni dinamiche o elevati sforzi tangenziali di interfaccia;

• a seguito di scarifica, il supporto non abbia un grado di rugosità sufficiente a garantire la corretta collaborazione strutturale tra il solaio e la cappa in microcalcestruzzo

eseguire forature del supporto a maglia 50x50 cm, diametro 22÷24 mm e profondità 3÷4 cm. A discrezione prevedere l'inserimento all'interno dei fori di connettori metallici inghisati con apposita resina epossidica o in alternativa la realizzazione di radici collaboranti con il colaggio, all'interno dei fori, del microcalcestruzzo utilizzato per la realizzazione della cappa collaborante in fase esecutiva. Rimozione di tutto il materiale scarificato, incluso qualsiasi onere di smaltimento. Aspirazione del supporto con apposito aspirapolvere industriale, al fine di rimuovere qualsiasi residuo della lavorazione precedente. Idropulizia del supporto, avendo cura di rimuovere l'acqua in eccesso in superficie.

Applicazione dei connettori perimetrali (facoltativa)

Al fine di creare un collegamento strutturale tra la cappa di rinforzo e le murature perimetrali, realizzazione di uno scasso nella muratura perimetrale seguito da predisposizione di fori necessari all'alloggiamento di barre di armatura. Pulizia dei fori, e ancoraggio delle barre con resina per ancoraggi. Il tutto secondo elaborati strutturali.

Getto di microcalcestruzzo fibrorinforzato

Miscelazione con mescolatore ad asse verticale, come da specifiche di scheda tecnica, e movimentazione del prodotto in cantiere, incluso posizionamento di barre di armatura sulle riprese di getto. Previa saturazione del supporto e rimozione dell'acqua in eccesso in superficie, getto mediante semplice colata e stesura a staggia di microcalcestruzzo fibrorinforzato che unisce la reologia autolivellante ad eccezionali valori fisico-meccanici e di duttilità, che consentono nel contempo un rinforzo strutturale ed un elevato incremento di duttilità della struttura.

Caratteristiche tecniche del microcalcestruzzo:

• Resistenza a compressione 130 N/mm2 (a 28 gg.)

• Resistenza alla flessotrazione 32 N/mm2 (a 28 gg.)

• Resistenza a taglio 16 N/mm2 (a 28 gg.)

• Modulo elastico 38 GPa (a 28 gg.)

• Profondità di carbonatazione (simulata in laboratorio) dopo 18 anni di esposizione ambientale 0 mm

• Ritiro endogeno < 0,05%

Applicazione antievaporante:

Sul betoncino fresco, immediatamente dopo il getto, applicazione a spruzzo o rullo di antievaporante basato su cere sintetiche in solvente o in alternativa di antievaporante all'acqua. L'antievaporante forma una pellicola che impedisce l'evaporazione dell'acqua d'impasto nelle prime fasi di indurimento del prodotto. In alternativa utilizzo di teli in PE.

Art. 25 – Smontaggio e rimontaggio degli impianti

Nell'ambito delle opere di ripristino strutturale ed annesse forniture, si rende necessario procedere allo smontaggio e rimontaggio di apparecchiature, cavi, tubazxioni elettriche ed antincendio in parete o controsoffitto, comprendendo fra gli oneri riportati nella specifica voce a corpo dell'elenco prezzi unitari le staffe di sostegno, i collegamenti ed accessori, compreso l'onere per lo spostamento e l'accatastamento in luogo indicato dalla D.L. nell'ambito del cantiere. Nel rimontaggio sono compresi gli oneri per il fissaggio, il collegamento elettrico con sostituzioni dei cavi elettrici , accessori, ed eventuali piccoli interventi di riparazione e messa a norma. La ditta esecutrice dovrà segnalare preventivamente alla D.L. eventuali irregolarità o malfunzionamenti degli impianti.
Gli interventi sulla compagine impiantistica dovranno essere eseguiti da Ditte in possesso del certificato di riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali di legge, in materia di sicurezza degli impianti. Al termine del rimontaggio degli impianti la Ditta Appaltatrice dovrà rilasciare la dichiarazione di conformità per smontaggio e rimontaggio di impianto ai sensi della legge 37/08 ed elaborati relativi agli schemi impiantistici qualora modificati. *EVENTUALI MALFUNZIONAMENTI O NON CONFORMITA' DEGLI IMPIANTI DOVRANNO ESSERE PREVENTIVAMENTE SEGNALATE ALLA D.L.*

CAPO 6 - TECNICHE DI RESTAURO: PRESCRIZIONI PER IL RIPRISTINO ED IL CONSOLIDAMENTO DI MATERIALI

Art. 26 - trattamento di pulitura dei materiali

Art. 26.1 - Generalità e 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.

Gli interventi di pulitura possono raggrupparsi in tre ordini che sono:

- primo livello di pulitura, con il quale si provvederà alla rimozione di parti incoerenti (particelle atmosferiche e terrose) accumulate per gravità, in conseguenza di precipitazioni atmosferiche o per risalita capillare con depositi salini;
- secondo livello di pulitura, rivolto alla rimozione di depositi composti da sostanze alogene accumulate con depositi atmosferici penetrati in profondità o con presenza di sali che tendono a legarsi meccanicamente alla superficie dei materiali esposti alterandone in minima parte la natura chimica;
- terzo livello di pulitura, riguarda la rimozione dello strato superficiale alterato da sostanze esterne che hanno provocato una mutazione chimica dello strato stesso che genera fenomeni di reazione quale l'ossido di ferro (ruggine) che si forma sulle superfici metalliche; o prodotti gessosi (croste) che si formano su materiali lapidei con azione progressiva nel tempo.

Le tecniche più utilizzate sono:

1. *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.
2. *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 0,41-0,76 mm, in modo da produrre goccioline di diametro tra 80-120 mm;
   – un'azione meccanica se pompata a pressione (2-4 bar). L'acqua scioglie il gesso e la calcite secondaria di rideposizione, 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.
3. *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.
4. *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.
5. *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.
6. *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.

7. *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.
8. *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 funghicida per disinfettare il materiale.
9. *Aeroabbrasivatura* eseguita con macchine che sfruttando l'azione abrasiva della farina di mais o di sostanza similare, per la pulitura di zone ricoperte da incrostazioni non molto spesse e di limitate dimensioni. Gli strumenti per l'esecuzione del lavoro funzioneranno ad aria o ad azoto, saranno provvisti di ugelli direzionali .

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.

Art. 26.2 – Pulitura, trattamento consolidante e conservativo del legno

Preliminare a qualsiasi intervento di consolidamento e conservazione del legno, sarà la pulizia, che si differenzierà a seconda che si debbano eliminare solo polvere e sporcizia sullo strato superficiale, o che si debba intervenire sulla superficie lignea senza però procedere alla sverniciatura. Nel primo caso per la pulizia si utilizzeranno aspirapolvere, pennelli di varie dimensioni e durezza, per asportare lo sporco anche nei punti più nascosti; nel secondo caso si useranno solventi inizialmente blandi, poi più aggressivi, sino ad ottenere il risultato voluto. Sarà cura della Ditta, testare prima dell'intervento, in una parte poco in vista del manufatto, sia il tipo di intervento da eseguirsi, che i solventi da utilizzare.

Successivamente alla pulizia, si provvederà a:

Trattamenti chimici per iniezione o impregnazione di liquidi insetticidi , stendendo sulla superficie un prodotto che in soluzione o concentrato, penetri in profondità, sviluppando un'azione altamente tossica nei confronti degli insetti xilofagi, ma non nei confronti di qualunque altro organismo, proteggendo efficacemente il legno. Il prodotto utilizzato dovrà avere le seguenti caratteristiche, non essere facilmente dilavabile, non essere a base di composti volatili, la sua azione dovrà svilupparsi il più possibile in profondità, senza però produrre corrosioni sulle parti metalliche contigue, ne presentare effetti negativi su colle o vernici di finitura. Deve avere un colore neutro trasparente. Deve poter essere applicato semplicemente a pennello, spruzzo o iniezione con siringa. Deve essere resistente alla

radiazione ultravioletta e non deve occludere la naturale porosità del legno né formare pellicole destinate ad esfoliare.Deve consentire di eseguire le normali operazioni di finitura a cui il manufatto va sottoposto. Deve esercitare un'azione sia curativa che preventiva. La sua efficacia deve però essere favorita da interventi che eliminano eventuali fonti di umidità ed assicurano una buona ventilazione dell'ambiente.

Fumigazione è un procedimento utile per distruggere funghi e insetti dannosi. Si chiude l'oggetto in un contenitore o ambiente a tenuta d'aria, con un quantitativo adeguato di insetticida o fungicida, come il paradiclorobenzolo o il timolo. Una fonte di calore scioglierà il prodotto chimico e libererà il vapore. L'oggetto deve rimanere chiuso all'interno per circa sei ore.

Quando lo stato di degrado del manufatto in legno è molto spinto, si renderà necessario intervenire in profondità optando per uno dei seguenti metodi:

camera a gas dopo aver abbondantemente spennellato di antitarlo il legno, questo sarà avvolto completamente in teli o sacchi di njlon, al cui interno sarà lasciato un recipiente con liquido antitarlo, sarà lasciato in queste condizioni per almeno tre settimane. E' consigliabile eseguire questa operazione in primavera o in autunno, quando schiudono le uova. Trascorse le tre settimane, si toglierà l'involucro, si lascerà asciugare il manufatto aerando il luogo, provvedendo poi a siringare ogni singolo poro. Per quanto riguarda la chiusura, potrà avvenire con cera, o se i fori sono molti, e la finitura è prevista in gommalacca, a stucco con gesso di Bologna.

Metodo del vuoto il manufatto viene posto in un ambiente in cui si sia creato il vuoto, aspirando l'aria, successivamente si iniettano i gas venefici, che non trovando ostacolo nell'aria, penetrano in profondità nel legno, dando maggiori garanzie del risultato nel tempo.

Metodo dell'anossia consiste essenzialmente nel sottrarre, sostituendolo con azoto atmosferico, l'ossigeno dall'interno di involucri stagni, appositamente confezionati, in cui sono state sigillate le opere da disinfestare. Una volta eliminato l'ossigeno, l'opera viene lasciata nell'involucro per almeno tre settimane, tale periodo garantisce la totale eliminazione di qualsiasi tipo di insetto ad ogni stadio della vita, nonché la diminuzione della carica microbica sin al 98%. Questo procedimento, porta alla morte per disidratazione dei parassiti. Tale metodo ha il vantaggio di non usare sostanze nocive, di non determinare l'indebolimento del materiale e l'alterazione dei pigmenti, ma anzi crea un ambiente protettivo per i materiali e i pigmenti, che non saranno soggetti a fenomeni ossidativi, proprio per la mancanza di ossigeno.

Emissione di ultrasuoni e radio sterilizzazione attraverso raggi gamma quest'ultimo sistema consiste nell'esporre l'oggetto a una fonte di raggi di questo tipo che, penetrando nel legno, provocano la distruzione degli organismi vivi. Tale procedimento, ha il vantaggio di non sottoporre il manufatto in legno, al contatto di prodotti chimici, ma presenta il rischio di intaccare la struttura del materiale esposto.

Il consolidamento del legno è un intervento necessario quando i manufatti lignei si presentano in una situazione di deterioramento molto avanzato. In genere questo deterioramento interessa soprattutto la struttura interna del legno ed opera degli insetti xilofagi. Questi insetti indeboliscono a tal punto la struttura del legno da renderla quasi spugnosa e debole alle sollecitazioni meccaniche.

I consolidanti si dividono in due categorie naturali e sintetici.

Tra i consolidanti naturali vengono annoverati:

Colla animale Si tratta di un materiale proteico composto principalmente da collagene. Si usa sotto forma di gelatina. Esistono due tipi di colla animale che possono essere utilizzati come consolidanti: la colla forte (estratta da pelle, ossa, cartilagini e tendini di alcuni mammiferi) e la colla di coniglio (estratta dalla pelle e a volte dalle ossa di coniglio). I

suoi inconvenienti come consolidante derivano soprattutto dal fatto che seccandosi produce una contrazione dovuta all'acqua utilizzata nella soluzione, fattore che provoca distorsioni plastiche; che, essendo dissolta in acqua, può conferire al legno un'umidità eccessiva; che è viscosa anche se, con l'aggiunta di acido acetico, essendo il suo pH acido, la sua viscosità diminuisce aumentando il potere di penetrazione. Oltre a questo, se si trova in un ambiente umido, propizio allo sviluppo di microrganismi, può facilmente essere attaccata da questi. Presenta il vantaggio di essere, teoricamente, molto reversibile, anche se, questo nella pratica è relativo, inoltre, essendo un materiale tradizionale, se ne conoscono le reazioni col passare del tempo. La sua tossicità è nulla.

Cera d'api È prodotta dalle api in forma di favi. Si usa come consolidante introducendola a caldo nell'oggetto sia attraverso gli interstizi del legno, per iniezione, sia immergendo l'oggetto in un bagno di cera calda. L'immersione non è possibile per un oggetto di grandi dimensioni o che presenti materiali che possano venire intaccati dalla cera calda. E' solubile in solventi organici: essenza di trementina, trielina e, parzialmente, in alcol caldo. La cera d'api ha il vantaggio di essere il materiale organico più durevole e stabile che esista. E insensibile alla contaminazione, ai cambiamenti ambientali e all'umidità. Non provoca contrazioni. Tra i suoi inconvenienti come consolidante si segnala la sua scarsa penetrabilità e il fatto che attrae la polvere. La cera d'api non può essere impiegata quando la materia da consolidare svolge funzioni di sostegno. La sua tossicità dipende dal solvente

Tra i consolidanti sintetici che possono essere utilizzati, si consigliano le resine sintetiche, i cui risultati sono stati provati scientificamente e riconosciuti idonei, in particolare:

Paraloid B72 Si tratta di una resina acrilica chiamata anche Acriloid B72. È solubile in solventi idrocarburici (toluene, xilene ecc.) e può esserlo anche in alcol etilico. Il Paraloid è stato ampiamente studiato a livello scientifico come consolidante del legno. Tra i suoi vantaggi si segnala, la flessibilità, il fatto che non attrae la polvere, non produce deformazioni plastiche ed è molto stabile. Uno dei suoi inconvenienti è che conferisce al manufatto ligneo un aspetto plastificato poco naturale. Non può essere utilizzato nei casi in cui è necessaria una notevole resistenza strutturale. La sua reversibilità è ipotetica, il suo grado di penetrabilità e la sua tossicità variano a seconda del solvente impiegato.

Acetato di polivinile (P. VA.) Si tratta di una resina vinilica. È utilizzabile in forma di soluzione in solventi organici come l'acetone, il toluene, o in emulsioni acquose. Due sono i vantaggi principali, quello di avere un grande potere di penetrazione (soprattutto se applicato a caldo) e di non produrre contrazioni. Tra gli inconvenienti, anche se in passato tali resine venivano considerate molto flessibili, è stato provato che col passare del tempo diventano più rigide. Per di più fanno aumentare il peso del manufatto, sono viscose, migrano verso l'esterno modificando l'aspetto dell'oggetto su cui sono state applicate. Inoltre, se si aggiunge acqua, questa può apportare un'umidità eccessiva al legno. Non possono essere mescolate con resine acriliche.
Se si applicano in grandi quantità, si corre il rischio che secchino gli strati superficiali, formando una pellicola che isolerà gli strati interni, impedendo che questi a loro volta si secchino. La loro tossicità varia a seconda del solvente utilizzato.

Resina epossidica E' composta da una resina epossidica propriamente detta e da un indurente che, quando vengono uniti, induriscono a temperatura ambiente liberando calore (per questo motivo tali resine si chiamano termoindurenti). Queste resine hanno un grande potere di penetrazione. Sono ideali per consolidare le parti strutturali del manufatto, poiché trasmettono grande resistenza al materiale a cui vengono applicate. Non contenendo solvente, non si contraggono asciugandosi, motivo per cui non trasmettono tensioni al legno. Hanno un basso peso molecolare. Tra gli inconvenienti segnaliamo che tendono ad ingiallire con il tempo (fenomeno che si accentua in quelli sofisticati commercialmente), provocando

un mutamento cromatico nell'oggetto trattato. Per di più sono tossiche poiché tra i componenti che si utilizzano nella loro preparazione, al fine di indurirle, ci sono le ammine, che causano forti irritazioni alla pelle. Vengono inoltre intaccate dall'umidità, sono irreversibili poiché non più solubili in nessun tipo di solvente e liberano calore al momento della reazione tra i componenti, motivo per cui possono essere dannose per il materiale consolidato.

Cera polietilenglicolica È un polimero di glicole etilenico che si usa fondamentalmente nel consolidamento del legno saturato d'acqua poiché, a differenza di tutte le altre cere, è solubile in questo elemento. Questa proprietà consente quindi di poter produrre una graduale sostituzione dell'acqua con il glicole etilenico.

Art. 26.3 - 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.

Art. 26.4 - Pulitura delle rocce sedimentarie e metamorfiche

Arenaria – A seconda delle condizioni del materiale, la pulitura va preceduta da un preconsolidamento, effettuato con 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, o con aeroabbrasivatura.

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.

Serpentini, miscoscisti, calciscisto. – omissis

Art. 26.5 - Pulitura di cotto e laterizi

I metodi consigliati sono:

- spray d'acqua e/o acqua nebulizzata per tempi brevi e controllati, al fine di evitare l'eccessiva imbibizione del materiale;
- leggere microsabbiatura con ossido di alluminio o similare;
- metodi chimici o impacchi con argille assorbenti, in cicli successivi per verificare la completa desalinizzazione. Tra una fase e la seguente la superficie dovrà risultare completamente asciutta.

Art. 26.6 - Pulitura di calcestruzzo, intonaci e stucchi

Calcestruzzo: - È indicato il lavaggio, o la sabbiatura a secco. È necessario sabbiare l'armatura e proteggerla con sostanze antiruggine.

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, o leggera sabbiatura a secco, seguita da depolveratura delle superfici.

In presenza di croste nere di notevole spessore si potranno utilizzare impacchi biologici o argillosi.

Tutte le lavorazioni termineranno con l'applicazione di una pittura protettiva acril-siliconoca, di tinta simile al manufatto, altamente impermeabile all'acqua meteorica, non permeabile ai gas inquinanti, ed altamente traspirante al vapor acqueo.

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.

Art. 27 - Trattamento di consolidamento dei materiali

Art. 27.1 – Generalità e tecniche di consolidamento

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:

1) 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 la concentrazione superiore allo standard per le ultime passate; la quantità va comunque

determinata a seconda dell'assorbimento della pietra, eliminando gli eccessi in fase di testatura con stracci e solvente idoneo.

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.

2) 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.

Art. 27.2 - consolidamento delle rocce sedimentarie e metamorfiche

Arenaria. La protezione va effettuata con alchil-alcossi-silani o poli-metil-silissani applicati a spruzzo o a pennello.

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.

Art. 27.3 - 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.

Art. 27.4 - Consolidamento di calcestruzzo, intonaci e stucchi

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.

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 tipo "Lafarge" con resine per ridurre il rapporto acqua/cemento, aumentare le proprietà meccaniche, impermeabilità all'acqua, resistenza all'abrasione, all'impatto e agli effetti del gelo; ridurre altresì il modulo di elasticità e le fessurazioni da ritiro, migliorando il potere di adesione e di aggancio sui diversi supporti, fluidificando le malte e gli intonaci. Il latice adesivo plastificante avrà un contenuto in solidi $\geq$ 25%, pH =10.

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. 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.

Per una maggiore adesione dell'intonaco così preparato, in caso di ripristini volumetrici consistenti, si avrà cura di inserire una retina sintetica, ed ancorarla al supporto con tasselli in nylon.

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.

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.

art. 27.5 - Consolidamento dei materiali lapidei

È adatto un consolidante riaggregante a base di esteri silicei, applicato a pennello fino a rifiuto, determinando la quantità a seconda dell'assorbimento della pietra ed eliminando eccessi in fase di testatura, con stracci e solvente idoneo.

Una dispersione acquosa pronta all'uso di un metacrilato, è adatta al trattamento di calcari e di materiali porosi.

art. 27.6 - 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.

Qualunque sia la scelta della D.L., rispetto alla tecnica da applicare per consolidare le pietre sfarinate e decoese, il consolidante dovrà essere di tipo monomerico, reversibile, a base alcolica. Sarà costituito da un estere etilico dell'acido silicico, in soluzione alcolica, ad alta concentrazione, e dovrà avere la capacità, attraverso reazioni chimiche catalizzate dall'umidità, di trasformarsi in un legante naturale, che ricostruisce la matrice degradata del materiale, che si vuole consolidare.

Le caratteristiche tecniche richieste al consolidante sono le seguenti:

Viscosità a 25°C 1 mPA – s
Sostanza attiva ≥75%
Diluizione solventi alcolici

Art. 28 – Trattamento di protezione dei materiali

Art. 28.1 - Protezione delle rocce sedimentarie e metamorfiche

Arenaria. – La protezione va effettuata con protettivi idrorepellenti, impregnanti e trasparenti a base di alchil-alcossi-silani o poli-metil-silossani. Il prodotto sarà applicato a spruzzo a pennello, rullo o airless, in maniera omogenea, in una o più mani a seconda dell'assorbimento. Il prodotto dovrà avere le seguenti caratterisitiche tecniche:

- viscosità compresa tra 25 e 30 cps a 20°
- riduzione permanentemente del vapore in misura ≤ 5% rispetto a DIN 52615
- prova di gelività ≥ 20 cicli secondo DIN 53122
- riduzione assorbimento H20 ≥ 75% secondo ASTM C 672
- riduzione assorbimento ione Cl ≥ 70%

Marmi. – Può essere effettuata con miscele di resine acriliche e siliconiche e di alchil-acril polisilossani.

Art. 28.2 - Protezione antigraffiti

I prodotti che possono essere utilizzati per la protezione da scritte vandaliche su beni di interesse storico artistico devono avere la caratteristica di minima interferenza cromatica e di massima reversibilità.

La scelta del prodotto più idoneo deve essere effettuata tenendo conto del materiale da proteggere e valutando possibilmente con metodi strumentali il grado di interferenza visiva che il trattamento produrrà.

Il prodotto dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche:

- classe chimica: polimeri acrlici in dispersione acquosa
- caratteristiche di reversibilità : tipo sacrificale
- percentuale del principio attivo 25%
- essere compatibile con eventuali altri materiali d'intervento
- la rimozione avverrà mediante la stesura a pennello o a spruzzo non atomizzato, di prodotto specifico con pH 12-13; viscosità a 25° compresa tra 100 e 150 cps; colore trasparente –ambrato. Per la definitiva pulizia della superficie si procederà ad un lavaggio con acqua in pressione.

Art. 28.3 - Protezione di cotto e laterizi

Si possono usare come protettivi idrorepellenti:

a) silossani o polisilossani con elevata penetrazione e spiccata capacità idrofobia;

viscosità a 20° C compresa tra 25 e 30 cps
riduzione permanentemente del vapore in misura $\leq$ 5% rispetto a DIN 52615
riduzione assorbimento H20 $\geq$ 75% secondo ASTM C 672
riduzione assorbimento ione Cl $\geq$ 70%

La superficie da trattare dovrà essere precedentemente pulita, esente da oli, grassi, polvere da materiali incoerenti. L'applicazione dovrà essere omogenea in una o più mani a seconda del grado di assorbimento, sarà effettuata a rullo, spruzzo, airless, o pennello, previa protezione degli infissi, vetri, e parti metalliche.

b) le resine epossidiche utilizzabili come collanti dovranno essere di tipo bicomponenti, emulsionabili in acqua, ed avere le seguenti caratteristiche tecniche:

rapporto di catalisi componente A/componente B 100/100
viscosità a 20°C 4-6 poise
tempo di primo indurimento a 20°C 12-16 h
tempo di completo indurimento a 20°C 7-10 gg
resistenza a flesso trazione 45-48 Mpa
ritiro 3,5%
adesione al cls 3,5N/mmq

Art. 28.4 - Protezione di calcestruzzo, intonaci e stucchi

Calcestruzzo. La protezione dei ferri d'armatura avverrà utilizzando una resina epossidica bicomponenete, avente le caratteristiche tecniche descritte al precedente art. 101 punto b).

La ricostruzione dei volumi mancanti, sarà effettuata utilizzando malte strutturali da ripristino, formulate con inerti selezionati in curva garnulometrica ottimale, con leganti cementizzi di elevata qualità e con additivi speciali, dovranno presentare elevate caratteristiche di durabilità, impermeabilità, anticarbonatazione, resistenza chimica e meccanica. Dovranno essere esenti da ritiri, saranno applicate in uno spessore compreso tra 10 e 40 mm. Dovranno altresì possedere le seguenti caratteristiche tecniche:

espansione controllata 0,20-0,30 %
lavorabilità a 20°C 35-45 minuti
tempo di inizio presa a 20°C 100-120 minuti
resistenza alla compressione UNI 6134 28d = 47,1 MPa
resistenza alla flessione UNI 6133 28d = 7,1 Mpa

Gli eventuali additivi utilizzabili per migliorare le caratteristiche fisico-meccaniche dell'impasto di cemento, dovranno consentire la riduzione del rapporto acqua/cemento, aumentare le proprietà meccaniche, l'impermeabilità all'acqua, la resistenza all'abrasione, all'impatto e agli effetti del gelo, ridurre il modulo di elasticità, e le fessurazioni da ritiro. La D.L. accetterà solo additivi con le seguenti caratteristiche tecniche:

peso specifico a 20°C 1,05 g/cmc
contenuto in solidi $\geq$ 25%
pH 10
stabilità gelo/disgelo 5 cicli

Al fine di impedire la carbonatazione del cls e il conseguente innesco dei fenomeni corrosivi sui ferri d'armatura, dopo la ricostruzione come sopra specificato, verrà stesa, sulla superficie nello spessore di mm.2 sia sul piano orizzontale che verticale, una speciale malta tixotropica bicomponente elestoplastica. La componente A, polvere , sarà composta da speciali leganti idraulici, additivi ed inerti micronizzati; la parte B sarà composta da speciali resine plastometriche in veicolo acquoso ad elevato residuo secco. Le caratteristiche tecniche dovranno essere compresi nei seguenti valori:

Allungamento a rottura > 10%
Impermeabilità all'acqua in pressione positiva 2 ata
Coefficiente di resistenza alla dif. del vap. DIN 52615 m 1600
Coefficiente di resistenza al passaggio della CO2 m 138000
Capacità di elongazione su fessure da1,5 – 2,00 mm

Intonaci. Gli intonaci saranno protetti con un consolidante a base di particolari resine in emulsione acquosa ad elevata penetrazione, per ridurre ed omogeneizzarne l'assorbimento prima dei cicli di pittura. L'intervento sarà effettuato sulla superficie pulita, esente da oli, grassi polvere e da materiali incoerenti. Il primer sarà steso omogeneamente, in una o più mani, a seconda del grado di assorbimento, a spruzzo, pennello o rullo, previa protezione degli infissi, vetri o parti metalliche.

Il primer dovrà avere le seguenti caratteristiche tecniche:

viscosità a 20°C 25-30 cps
riduzione della permeabilità al vapore DIN 52615 < 10%

Successivamente sarà stesa una pittura protettiva acril-siliconica per esterni ad elevato potere traspirante e idrorepellente, a base di resine acriliche-siliconiche in sospensione acquosa, per proteggere le superfici dall'aggressione degli inquinanti anche acidi, dall'anidride carbonica.

La D.L. accetterà solo pitture che risponderanno alle seguenti caratteristiche tecniche:

Viscosità a 20°C pasta tixotropica
Essiccazione a 20°C 6-8-h
Coefficiente di resistenza alla diffusione del vapore DIN 52615 m 235
Resistenza all'abrasione umida Gardner 5000 cicli
Coefficiente di resistenza alla diffusione della CO2 m 920000

Stucchi. Si suggerisce l'utilizzo di resine acril-siliconiche.

Art. 29 - Conservazione del legno

Art. 29.1 – Conservazione del legno tecniche e materiali

Le operazioni da eseguirsi per il recupero del legno sono le seguenti:

Decapaggio - prima operazione di ebanisteria consistente nel liberare la superficie dell'oggetto da trattare, da coloriture posteriori alla data di origine, o da patinature determinate dal tempo, riscoprendo il legno naturale (portando il legno a "poro aperto"). Operazione definita anche di sverniciatura, che va eseguita con grande delicatezza per non deturpare con segni anche lievi la superficie lignea a vista e da realizzarsi quindi con una azione non aggressiva che rimuova solo quanto è strettamente necessario;

Trattamento antisettico e anti-xilofagi - tale trattamento viene eseguito, al pari di tutti gli altri, solo con sostanze naturali ed è fondamentale per una corretta conservazione del manufatto ligneo. Se il manufatto dovrà poi essere collocato all'esterno, tale trattamento viene completato e potenziato con l'aggiunta di resine;

Consolidamento - Spesso (soprattutto nelle zone a contatto con la pavimentazione e perciò maggiormente esposte al pericolo dell'umidità e alle infiltrazioni di acqua) il manufatto presenta zone cedevoli, nelle quali si è verificato immarcimento ligneo o erosione vasta e profonda da parte degli xilofagi. In queste zone, dopo una pulitura profonda con aspirazione delle polveri e delle parti lignee non connesse, si effettua l'operazione di consolidamento. Tale procedura deve essere effettuata utilizzando unicamente "resine ordinarie", non ricorrendo all'uso di composti a base di acrilico per garantire l'indurimento duraturo delle zone trattate. Quando i danni fossero troppo rilevanti, sia per gravità che per estensione, per essere trattati con il solo consolidamento, è indispensabile procedere al rifacimento della parte, sia questa liscia o addirittura intagliata. L'operazione di consolidamento verrà completata con la stuccatura delle zone trattate, stuccatura che sarà a sua volta consolidata;

Mordenzatura - Quando sia espressamente richiesto dalla D.L., oppure quando se ne ravvisi la necessità, il manufatto viene mordenzato, anche in questo caso utilizzando esclusivamente mordenti ad acqua e fissativi naturali;

1ª patinatura - Dopo l'eventuale mordenzatura, si procede ad una prima patinatura preliminare a gommalacca e relativa spagliettatura fine;

Stuccatura - Le stuccature saranno eseguite con stucco a base di pangesso (gesso di Bologna), ossidi e terre (come coloranti), acqua e colla forte (colla a caldo o di Zurigo). Le stuccature, dopo essere state spagliettate, saranno tutte patinate con gommalacca;

Patinature successive - Si proseguirà quindi con patinature successive, utilizzando sempre e solo gommalacca, applicata e spagliettata, iterando più volte il procedimente, sino alla restituzione della patinatura originaria;

Finitura a cera - Se la finitura richiesta dal manufatto è quella a cera, si procederà alla apposita ceratura con materiale a base di cera vergine d'api e cera carnauba, che verrà lucidata a mano utilizzando pezze di lana;

Finitura lucida a tampone - Qualora la D.L. richiedesse una finitura lucida, essa verrà eseguita utilizzando le tecniche tradizionali con l'uso del tampone: operazione estremamente lunga e delicata per la quale sarà necessaria grande perizia ed accuratezza;

Altre finiture: laccatura – Qualora il manufatto ligneo richiedesse la finitura, con la tecnica della laccatura, verranno ripristinate quelle originali sia completando le eventuali parti mancanti, sia sovrapponendo alla laccatura di base armonie compositive delle figurazioni pittoriche richieste;

Doratura a foglia – Qualora si presentasse la necessità di ricorrere a questa particolare finitura, la stessa sarà eseguita da personale altamente qualificato; sarà effettuata con tecniche diverse a seconda dei materiali impiegati: in oro zecchino, in argento e mecca o in

similoro(ottonella).

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:

1) 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;

2) 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;

3*) 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) R*esine 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) R*esine 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) R*esine 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° 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.

Art. 30 - Integrazione pittorica

Art. 30.1 - Integrazione pittorica delle superfici dipinte ed affrescate

L'integrazione pittorica delle superfici dipinte ed affrescate verrà eseguita con colori ad acquerello utilizzando la metodologia che verrà individuata e decisa dalla Direzione Lavori durante la fase esecutiva dei lavori stessi; l'integrazione pittorica del colore di fondo delle lacune verrà eseguita con colori a calce e coloranti a base di terre naturali.

CAPO 7 – ORDINE DA TENERSI NELL'ANDAMENTO DEI LAVORI

In genere l'Appaltatore avrà facoltà di sviluppare i lavori nel modo che crederà più conveniente per darli perfettamente compiuti nel termine contrattuale purché, a giudizio della Direzione dei Lavori, non riesca pregiudizievole alla buona riuscita delle opere ed agli interessi dell'Amministrazione.

È cura dell'Appaltatore verificare, preventivamente all'avvio dei lavori di demolizione, le condizioni di conservazione e di stabilità dell'opera nel suo complesso, delle singole parti della stessa, e degli eventuali edifici adiacenti all'oggetto delle lavorazioni di demolizione.

È altresì indispensabile che il documento di accettazione dell'appalto e di consegna dell'immobile da parte della Stazione appaltante sia accompagnato da un programma dei lavori redatto dall'Appaltatore consultata la Direzione dei Lavori e completo dell'indicazione della tecnica di demolizione selezionata per ogni parte d'opera, dei mezzi tecnici impiegati, del personale addetto, delle protezioni collettive ed individuali predisposte, della successione delle fasi di lavorazione previste.

In seguito all'accettazione scritta da parte della Direzione dei Lavori di tale documento di sintesi della programmazione dei lavori sarà autorizzato l'inizio lavori, previa conferma che l'Appaltatore provvederà all'immediata sospensione dei lavori in caso di pericolo per le persone, le cose della Stazione appaltante e di terzi.

Ogni lavorazione sarà affidata a cura ed onere dell'Appaltatore a personale informato ed addestrato allo scopo e sensibilizzato ai pericoli ed ai rischi conseguenti alla lavorazione.

L'Appaltatore dichiara di utilizzare esclusivamente macchine ed attrezzature conformi alle disposizioni legislative vigenti, e si incarica di far rispettare questa disposizione capitolare anche ad operatori che per suo conto o in suo nome interferiscono con le operazioni o le lavorazioni di demolizione (trasporti, apparati movimentatori a nolo, ecc.).

Sarà cura dell'Appaltatore provvedere alla redazione di un piano di emergenza per le eventualità di pericolo immediato con l'obiettivo di proteggere gli operatori di cantiere, le cose della Stazione appaltante e di terzi, l'ambiente e i terzi non coinvolti nei lavori.

In materia si fa riferimento agli articoli 71, 72, 73, 74, 75 e 76 del d.P.R. 164/56 e all'articolo 377 del d.P.R. 547/55.

La stazione appalntante si riserva in ogni modo il diritto di stabilire l'esecuzione di un determinato lavoro entro un congruo termine perentorio o di disporre l'ordine di esecuzione dei lavori nel modo che riterrà più conveniente, specialmente in relazione alle esigenze dipendenti dalla esecuzione di opere ed alla consegna delle forniture escluse dall'appalto, senza che l'Appaltatore possa rifiutarsi o farne oggetto di richiesta di speciali compensi.

Art. 31 - Norme generali per il collocamento in opera

La posa in opera di qualsiasi materiale, apparecchio o manufatto, consisterà in genere nel suo prelevamento dal luogo di deposito, nel suo trasporto in sito (intendendosi con ciò tanto il trasporto in piano o in pendenza, che il sollevamento in alto o la discesa in basso, il tutto eseguito con qualsiasi sussidio o mezzo meccanico, opera provvisionale, ecc.), nonché nel collocamento nel luogo esatto di destinazione, a qualunque altezza o profondità ed in qualsiasi posizione, ed in tutte le opere conseguenti (tagli di strutture, fissaggio, adattamenti, stuccature e riduzioni in pristino).

L'Impresa ha l'obbligo di eseguire il collocamento di qualsiasi opera od apparecchio che gli venga ordinato dalla Direzione dei Lavori, anche se forniti da altre Ditte.

Il collocamento in opera dovrà eseguirsi con tutte le cure e cautele del caso; il materiale o manufatto dovrà essere convenientemente protetto, se necessario, anche dopo collocato, essendo l'Impresa unica responsabile dei danni di qualsiasi genere che potessero essere arrecati alle cose poste in opera, anche dal solo traffico degli operai durante e dopo l'esecuzione dei lavori, sino al loro termine e consegna, anche se il particolare collocamento in opera si svolge sotto la sorveglianza e assistenza del personale di altre Ditte, fornitrici del materiale o del manufatto.

Art. 31.1 - Collocamento di manufatti in legno

I manufatti in legno come infissi di finestre, porte, vetrate, ecc., saranno collocati in opera fissandoli alle strutture di sostegno, mediante, a seconda dei casi, 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'Impresa dovrà curare che non abbiano a subire alcun guasto o lordura, proteggendoli convenientemente da urti, da schizzi di calce, tinta o vernice, ecc.

Nel caso di infissi di qualsiasi tipo muniti di controtelaio, l'Impresa sarà tenuta 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 e battute a mazzolo, se ricadenti entro pietre, marmi, ecc.

Sarà a carico dell'Impresa ogni opera accessoria occorrente per permettere il libero e perfetto movimento dell'infisso posto in opera (come scalpellamenti di piattabande, ecc.), 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.

Art. 31.2 - Collocamento di manufatti in ferro

I manufatti in ferro, quali infissi di porte, finestre, vetrate, ecc., 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'Impresa avrà l'obbligo, a richiesta della Direzione dei Lavori, di eseguirne il collocamento; il 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 grossa carpenteria, ecc., debbono essere tutti completamente recuperabili, senza guasti né perdite.

Art. 31.3 - Collocamento di manufatti in marmo e pietre

Tanto nel caso in cui la fornitura dei manufatti le sia affidata direttamente, quanto nel caso in cui venga incaricata della sola posa in opera, l'Impresa dovrà avere la massima cura per evitare, durante le varie operazioni di scarico, trasporto e collocamento in sito e sino a collaudo, rotture, scheggiature, graffi, danni alle lucidature, ecc. Essa pertanto dovrà provvedere a sue spese alle opportune protezioni, con materiale idoneo, di spigoli, cornici, colonne, scolini, pavimenti, ecc., restando obbligata a riparare a sue spese ogni danno riscontrato, come a risarcirne il valore quando, 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 tipi e dimensioni adatti allo scopo ed agli sforzi cui saranno assoggettati, e di gradimento della Direzione dei Lavori.

Tali ancoraggi saranno saldamente fissati ai marmi o pietre entro apposite incassature di forma adatta, preferibilmente a mezzo di piombo fuso e battuto a mazzuolo, e murati nelle murature di sostegno con malta cementizia. 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, ecc.

È vietato l'impiego di agglomerante cementizio a rapida presa, tanto per la posa che per il fissaggio provvisorio dei pezzi, come pure è vietato l'impiego della malta cementizia per l'allettamento dei marmi.

L'Impresa dovrà usare speciali cure ed opportuni accorgimenti per il fissaggio o il sostegno di stipiti, architravi, rivestimenti, ecc., in cui i pezzi risultino sospesi alle strutture in genere ed a quelli in cemento armato in specie: in tale caso si potrà richiedere che le 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'impresa abbia diritto a pretendere compensi speciali.

Tutti i manufatti, di qualsiasi genere, dovranno risultare collocati in sito nell'esatta posizione prestabilita dai disegni o dalla Direzione dei Lavori; le connessioni ed i collegamenti eseguiti a perfetto combaciamento secondo le minori 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'interno 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'Impresa, anche quando essa avesse l'incarico della sola posa in opera, il ridurre e modificare le murature ed ossature ed eseguire i necessari scalpellamenti e incisioni, 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'Impresa possa accampare pretese di compensi speciali oltre quelli previsti dalla tariffa.

Art. 31.4 - 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'Impresa riceverà tempestivamente, pertanto essa dovrà provvedere al suo 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 renderanno necessarie.

Per il collocamento in opera dovranno seguirsi inoltre tutte le norme indicate per ciascuna opera nei precedenti articoli del presente Capitolato, restando sempre l'Impresa responsabile della buona conservazione del materiale consegnatole, prima e dopo del suo collocamento in opera.