



MINISTERO DELLE INFRASTRUTTURE  
Direzione Generale per le Reti



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA  
Assessorato dei Lavori Pubblici

Ente acque della Sardegna  
Servizio Gestione Sud

## SAR/AC/08/B Risanamento e riassetto funzionale del Canale Principale Adduttore alimentato dal Sistema medio Flumendosa - Interventi di impermeabilizzazione sul canale -

Finanziamento di opere idriche nelle aree sottoutilizzate ai sensi del D.M. n. 1179 del 14.10.2004  
e del D.M. n. 1447 del 26.05.2005 del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti  
Accordo Regione Autonoma della Sardegna e MIIT n. 1844 del 21.07.2005  
Decreto Direttoriale 114/DV del 07.12.2006 del Ministero delle Infrastrutture  
Decreto Direttoriale 11575 del 16.10.2012 del Ministero delle Infrastrutture

### PROGETTO ESECUTIVO

Capitolato Speciale d'Appalto parte II  
Modalità di esecuzione, qualità e provenienza  
dei materiali, prove, norme di misurazione

Allegato:

M

scala:

nome file:

Redatto dal Servizio Gestione Sud - Settore Tecnico Centrale

Progettisti:

Ing. Sandro Bachis  
Ing. Filippo Zoncheddu

Collaboratori:

P.E. Giorgio Zara  
Ing. Federica Porcheddu  
Ing. Simona Solinas  
Ing. Pietro Pillai  
Geom. Bruno Caredda



Il Responsabile del Procedimento  
Ing. Felice Soda

Il Direttore Generale f.f.  
Ing. Franco Ollargiu

Il Direttore del Servizio Gestione Sud  
Ing. Felice Soda

APPROVATO CON DETERMINAZIONE

CAGLIARI, Marzo 2014

n. 714-SGS del 07.07.2014

**CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO  
PARTE SECONDA**

**CAPO I**  
**MODALITA' DI ESECUZIONE, QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI,**  
**PROVE, NORME DI MISURAZIONE**

**Art. 1      Norme generali sui materiali, i componenti, i sistemi e l'esecuzione**

Nell'esecuzione di tutte le lavorazioni, le opere, le forniture, i componenti, anche relativamente a sistemi e subsistemi di impianti tecnologici oggetto dell'appalto, devono essere rispettate tutte le prescrizioni di legge e di regolamento in materia di qualità, provenienza e accettazione dei materiali e componenti nonché, per quanto concerne la descrizione, i requisiti di prestazione e le modalità di esecuzione di ogni categoria di lavoro, tutte le indicazioni contenute o richiamate contrattualmente nel presente capitolato di appalto e disciplinari allegati, negli elaborati grafici del progetto esecutivo e nella descrizione delle singole voci allegata allo stesso capitolato.

Per quanto riguarda l'accettazione, la qualità e l'impiego dei materiali, la loro provvista, il luogo della loro provenienza e l'eventuale sostituzione di quest'ultimo, si applicano rispettivamente gli articoli 15, 16 e 17 del capitolato generale d'appalto.

**Art. 2      Scavi**

*Elementi di riferimento*

Prima di iniziare i lavori di scavo l'impresa è obbligata ad eseguire il tracciamento completo delle opere, materializzando sul terreno con idonei picchetti e segnali sia gli ingombri dei manufatti che, per le condotte, i vertici planimetrici e le sezioni trasversali di sbancamento prescritte negli elaborati grafici di progetto. Inoltre dovranno essere individuate sul terreno anche un congruo numero di sezioni dei profili longitudinali.

Essendo le operazioni preliminari di cui sopra finalizzate alle necessarie verifiche da parte della direzione lavori, l'impresa dovrà posizionare tali picchetti e segnali in maniera che non vengano eliminati con gli scavi, e quindi curarne il mantenimento sul terreno per tutta la durata dei lavori, non potendo spostarli senza il preventivo consenso della direzione lavori.

*Smacchiamento delle aree interessate dagli scavi*

Sono a carico dell'appaltatore, in quanto compresi nella voce di scavo di capitolato speciale d'appalto, tutti gli oneri per lo smacchiamento generale delle zone interessate dai lavori, ivi incluso il taglio di alberi, arbusti, siepi e l'estirpazione di eventuali ceppaie, per quanto necessario all'esecuzione e buona riuscita delle opere.

*Sistemi di scavo*

Per l'esecuzione degli scavi, dei relativi rinterri e trasporti l'impresa sarà libera di adoperare tutti quei sistemi, materiali, mezzi d'opera ed impianti, che riterrà di sua convenienza purché dalla direzione lavori siano riconosciuti rispondenti allo scopo e non pregiudizievoli per il regolare andamento e la buona riuscita dei lavori.

Per gli scavi in roccia da mina di qualsiasi natura, durezza e consistenza comunque fessurata e stratificata, l'impresa potrà in generale impiegare i sistemi

ritenuti più convenienti compreso l'uso di mine. L'utilizzo di esplosivi per l'effettuazione degli scavi potrà però avvenire solo successivamente all'ottenimento da parte dell'impresa, a sua cura e spese, di tutte le autorizzazioni di qualsiasi tipo necessarie, e comunque nel costante rispetto di tutte le normative e regolamenti nazionali, regionali e locali vigenti. L'impresa rimane comunque unica responsabile, sia direttamente che, eventualmente, in via di rivalsa, delle conseguenze di danni a persone e cose derivanti dall'uso di mine.

Nel caso in cui l'impresa intenda impiegare mine negli scavi, dovrà informarne preventivamente la direzione lavori, la quale potrà comunque limitarne o vietarne l'uso quando, a suo insindacabile giudizio, il loro impiego possa nuocere alla buona riuscita delle opere o a manufatti o piantagioni esistenti in prossimità o infine alla pubblica incolumità.

#### Scavo di sbancamento e a larga sezione

Per scavo di sbancamento si intende quello eseguito per splateamento, per apertura di trincee e in genere ogni scavo su superficie, per cui sia possibile - con la formazione di rampe provvisorie o con l'impiego di altri mezzi idonei - allontanare le materie di scavo. Sono pertanto compresi negli scavi di sbancamento quelli necessari per lo scavo delle vasche dei serbatoi, delle camere di manovre, degli impianti di depurazione, ecc.

Nei lavori di splateamento o sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di m 1,50, è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.

Nei lavori di escavazione con mezzi meccanici deve essere vietata la presenza degli operai nel campo di azione dell'escavatore e sul ciglio del fronte di attacco.

Ai lavoratori deve essere fatto esplicito divieto di avvicinarsi alla base della parete di attacco e, in quanto necessario in relazione all'altezza dell'escavo o alle condizioni di accessibilità del ciglio della platea superiore, la zona superiore di pericolo deve essere almeno delimitata mediante opportune segnalazioni spostabili col proseguire dell'escavo.

#### Scavo a sezione obbligata ristretta

Per scavi a sezione obbligata ristretta si intendono quelli incassati necessari per il collocamento in opera di tubazioni, per la sede di fognoli in calcestruzzo, per la fondazione delle opere d'arte e per la esecuzione di pozzetti di fognatura e rete idrica.

Nello scavo di pozzi e di trincee profondi più di m 1,50, quando la consistenza del terreno non dia sufficiente garanzia di stabilità, anche in relazione alla pendenza delle pareti, si deve provvedere, man mano che procede lo scavo, all'applicazione delle necessarie armature di sostegno. Le tavole di rivestimento delle pareti devono sporgere dai bordi degli scavi di almeno cm 30.

#### Scavi in genere

Gli scavi dovranno essere eseguiti rispettando i disegni allegati al contratto.

Qualora per la natura e consistenza delle materie da scavare, per piogge, infiltrazioni o per qualsiasi altro motivo siano da temere frane o scoscendimenti, l'impresa dovrà di sua iniziativa ed a sue spese provvedere a porre in essere tutti gli accorgimenti e misure di sicurezza necessarie per impedire smottamenti e franamenti,

restando in ogni caso unica responsabile sia in via diretta che, eventualmente, in via di rivalsa, di eventuali danni alle persone ed alle cose e di tutte le conseguenze di ogni genere che derivassero dalla mancanza o dalla inadeguatezza delle suddette misure di sicurezza.

A tal fine l'impresa a propria cura e spese dovrà predisporre le necessarie puntellature, sbadacchiature ed armature delle pareti degli scavi, e col procedere dei lavori l'impresa potrà recuperare i soli materiali costituenti le armature che possano essere tolti senza pericolo e danno del lavoro, dovendo altrimenti abbandonarli negli scavi, senza che per questo spetti all'impresa alcun speciale compenso.

In alternativa all'esecuzione dell'armatura degli scavi, qualora non sussistano cause ostative, l'impresa potrà provvedere alla profilatura delle pareti sino a conferirgli una inclinazione tale da assicurarne la stabilità in rapporto alle caratteristiche geologiche e geotecniche del materiale scavato, oppure eseguire gli scavi per successivi ripiani anziché per fronti a tutta altezza. Resta peraltro inteso che, quali che siano i provvedimenti adottati per assicurare la stabilità delle pareti degli scavi, verranno in ogni caso riconosciuti all'Appaltatore i soli volumi di scavo derivanti dalle sezioni teoriche di progetto.

Fermo restando quanto sopra, quando negli scavi si fossero comunque oltrepassati i limiti assegnati, non solo non si terrà conto del maggior lavoro eseguito, ma anzi l'impresa dovrà a tutte sue cure e spese rimettere in sito le materie scavate in più. Inoltre dovrà eseguire quei lavori murari o di altro genere che a seguito del maggior scavo si rendessero necessari per la regolare esecuzione e la buona riuscita dell'opera.

Gli scavi devono essere rifiniti con il fondo e le pareti accuratamente ripuliti dal materiale smosso, con i cigli ben tracciati ed i condotti di guardia e di scolo efficienti.

È obbligo dell'Appaltatore di provvedere a sua cura e spese a condurre i lavori di scavo in maniera da prevenire ed impedire l'invasione nei cavi delle acque meteoriche o superficiali, nonché da garantire il libero deflusso delle acque meteoriche o di qualunque provenienza, togliendo ogni impedimento che vi si opponesse ed ogni causa di rigurgito.

Nell'esecuzione degli scavi di qualsiasi genere l'Appaltatore deve provvedere in ogni caso all'aggettamento delle acque di qualsiasi natura che si raccolgano nei cavi, anche con l'ausilio di pompe. La direzione lavori potrà, a suo giudizio insindacabile, prescrivere che gli scavi siano mantenuti asciutti tanto durante la loro esecuzione, quanto durante la costruzione delle condotte e durante l'esecuzione dei getti delle strutture. Resta chiaramente stabilito che per questi aggettamenti ed esaurimenti parziali o totali, durante gli scavi e dopo di essi, non verrà corrisposto alcun compenso, essendo tale onere già compreso nella voce di capitolato dello scavo.

Per tutto il tempo in cui i cavi dovranno rimanere aperti per prove, verifiche e per qualsiasi altro motivo saranno ad esclusivo carico dell'impresa tutte le spese di in generale occorrenti per la perfetta manutenzione del cavo stesso.

Il fondo dei cavi aperti per il collocamento in opera delle tubazioni dovrà essere ben spianato. Non saranno tollerate sporgenze o infossature superiori ai tre centimetri misurati dal piano delle livellette indicate nel profilo longitudinale allegato al contratto o di quelle che, come varianti, potranno essere ordinate per iscritto dalla direzione lavori. Le pareti dei cavi stessi non dovranno presentare blocchi sporgenti e massi pericolanti che, dovranno essere tempestivamente abbattuti o sgombrati a cura e spese dell'impresa.

Per quanto concerne l'esecuzione degli scavi a sezione obbligata ristretta per la posa delle tubazioni, quando la pendenza trasversale del terreno dovesse risultare minore del 30% , tutti gli oneri per l'effettuazione dell'apertura delle piste, degli

sbanamenti, dei rilevati e di quant'altro risulti necessario per poi eseguire lo scavo a sezione ristretta saranno totalmente a carico dell'impresa in quanto compresi nella voce di capitolato dello scavo a sezione ristretta.

Qualora invece, nell'esecuzione degli scavi previsti per la posa delle tubazioni, la pendenza trasversale del terreno dovesse risultare maggiore o uguale al 30%, l'impresa è tenuta ad osservare le sezioni trasversali di scavo di sbancamento allegate al progetto.

Negli scavi che si eseguono nelle vie cittadine, l'Appaltatore dovrà prendere, a tutta sua cura e spese le indispensabili precauzioni dirette ad evitare il sia pur minimo danno alla stabilità delle costruzioni prospicienti le strade in cui si effettuano gli scavi, curando, ove necessario, di far risultare da appositi verbali, firmati in contraddittorio con le parti interessate e prima dell'inizio degli scavi la presenza di eventuali lesioni esistenti nei fabbricati. Restano, comunque, ogni contestazione ed ogni eventuale risarcimento di danni di esclusiva pertinenza dell'Appaltatore responsabile dei danni eventualmente causati.

#### Scavi di fondazione

Gli scavi occorrenti per la fondazione delle opere murarie saranno a giudizio insindacabile della direzione lavori, spinti alla necessaria profondità fino al terreno stabile in modo da rimuovere ogni pericolo di cedimento o scalzamento: in ogni caso è vietato all'Appaltatore, sotto pena di demolire il già fatto, di por mano alle murature prima che la direzione lavori abbia verificato ed accettato i piani delle fondazioni; i piani di fondazione saranno perfettamente orizzontali, ma per quelle opere che cadono sopra falde inclinate dovranno essere disposti a gradoni con leggera pendenza verso monte.

Le superfici rocciose di fondazione devono venire profilate con l'asportazione di tutti gli elementi smossi o alterati e pulite con getti di aria e di acqua in forte pressione subito prima di iniziare i getti, mentre quelle terrose devono venire adeguatamente compattate. La profilatura dei piani di fondazione deve avvenire sempre per asportazione e mai per riporto di materiale.

#### Materiali di risulta

I materiali di risulta degli scavi che risultino inutili in quanto da non riutilizzare nei lavori per l'effettuazione di rinterri, terrapieni, rilevati, ecc. e comunque eccedenti, dovranno essere trasportati e conferiti a rifiuto a cura e spese dell'impresa in discariche autorizzate, nel rispetto delle norme vigenti in materia di smaltimento dei rifiuti per quanto applicabili.

I materiali da reimpiegare saranno in genere temporaneamente depositati in cumuli lateralmente alle trincee, disposti in modo da non creare ostacoli per il passaggio, il traffico e le manovre degli operai, mantenendo libera la zona riservata al transito ed in modo da prevenire ed impedire l'invasione delle trincee dalle acque meteoriche e superficiali, nonché gli scoscendimenti e smottamenti delle materie depositate ed ogni altro eventuale danno.

La distanza da lasciare tra il ciglio della trincea ed il piede del cumulo delle materie depositate lateralmente, non dovrà in nessun caso essere inferiore a un metro.

Quando per la ristrettezza della zona o per altre ragioni non fosse possibile, a giudizio insindacabile della direzione lavori o del coordinatore per la sicurezza in esecuzione, depositare lateralmente alla trincea la terra e i materiali da reimpiegarsi, questi dovranno essere trasportati in luoghi più adatti, donde saranno poi di volta in volta ripresi, e tutti i relativi maggiori oneri saranno a carico dell'impresa in quanto da

intendersi già compresi nell'esecuzione dello scavo.

Le superfici della zona di occupazione lasciate libere dalle opere e quelle provvisoriamente occupate dall'impresa dovranno essere rimessi in pristino a cura e spese dell'impresa stessa, mediante l'asportazione dei depositi.

### **Art. 3      Demolizioni**

#### Interventi preliminari

L'appaltatore prima dell'inizio delle demolizioni deve assicurarsi dell'interruzione degli approvvigionamenti idrici, gas, allacci di fognature; dell'accertamento e successiva eliminazione di elementi in amianto in conformità alle prescrizioni del D.M. 6 settembre 1994 recante «Normative e metodologie tecniche di applicazione dell'art. 6, comma 3, e dell'art. 12, comma 2, della legge 27 marzo 1992, n. 257, relativa alla cessazione dell'impiego dell'amianto».

#### Sbarramento della zona di demolizione

Nella zona sottostante la demolizione deve essere vietata la sosta ed il transito di persone e mezzi, 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.

#### Idoneità delle opere provvisionali

Le opere provvisionali, in legno o in ferro, devono essere allestite sulla base di giustificati calcoli di resistenza; esse devono essere conservate in efficienza per l'intera durata del lavoro, secondo le prescrizioni specifiche del piano di sicurezza.

Prima di reimpiegare elementi di ponteggi di qualsiasi tipo si deve provvedere alla loro revisione per eliminare le parti non ritenute più idonee.

In particolare per gli elementi metallici devono essere sottoposti a controllo della resistenza meccanica e della preservazione alla ruggine degli elementi soggetti ad usura come ad esempio: giunti, spinotti, bulloni, lastre, cerniere, ecc.

Il coordinatore per l'esecuzione dei lavori e/o il direttore dei lavori potrà ordinare l'esecuzione di prove per verificare la resistenza degli elementi strutturali provvisionali impiegati dall'appaltatore.

Prima dell'inizio di lavori di demolizione è fatto obbligo di procedere alla verifica delle condizioni di conservazione e di stabilità delle strutture da demolire e dell'eventuale influenza su strutture limitrofe.

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 possano verificare crolli intempestivi o danni anche a strutture di edifici confinanti o adiacenti.

#### Ordine delle demolizioni e modalità di esecuzione. Programma di demolizione

I lavori di demolizione come stabilito, dall'art. 72 del D.P.R. 7 gennaio 1956, n. 164, devono procedere con cautela e con ordine dall'alto verso il basso ovvero secondo le indicazioni del piano operativo di sicurezza e devono essere condotti in maniera da

non pregiudicare la stabilità delle strutture portanti o di collegamento e di quegli eventuali edifici adiacenti, ricorrendo, ove occorra, al loro preventivo puntellamento.

Rimane pertanto vietato di gettare dall'alto i materiali in genere, che invece devono essere trasportati o guidati in basso, e di sollevare polvere, per il che, tanto le murature quanto i materiali di risulta, dovranno essere opportunamente bagnati.

La successione dei lavori, quando si tratti di importanti ed estese demolizioni, deve risultare da apposito programma il quale deve essere firmato dall'appaltatore, dal coordinatore per l'esecuzione dei lavori e dal direttore dei lavori e deve essere tenuto a disposizione degli ispettori del lavoro.

Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte negli elaborati progettuali, nonché secondo le varianti e le particolari disposizioni che potranno essere date di volta in volta, per iscritto, all'atto esecutivo, dalla direzione lavori. Quando, per mancanza di puntellamenti o di altre precauzioni, venissero demolite altre parti od oltrepassati i limiti fissati, esse saranno ricostituite e rimesse in pristino a cura e spese dell'Appaltatore senza alcun compenso.

#### Materiali di risulta

L'impresa dovrà provvedere ad allontanare dal cantiere e portare a rifiuto, presso pubblica discarica od altra discarica autorizzata, il materiale di risulta ritenuto inutilizzabile dal direttore dei lavori; diversamente l'appaltatore potrà caricare e trasportare a sue spese il materiale di risulta presso proprie aree, nel rispetto delle normative vigenti in materia di trasporto e smaltimento dei rifiuti.

Il materiale proveniente dalle demolizioni ritenuto riutilizzabile dalla direzione lavori, il quale rimane di proprietà della stazione appaltante, dovrà essere temporaneamente depositato, a cura e spese dell'impresa, entro l'ambito del cantiere, o sulle aree precedentemente indicate ovvero in zone tali da non costituire intralcio al movimento di uomini e mezzi durante l'esecuzione dei lavori. I relativi oneri per il carico il trasporto e lo scarico da e verso il cantiere rimangono a carico dell'impresa in quanto da intendersi ricompresi nelle relative voci di capitolato.

#### Presenza di gas negli scavi

Quando si eseguono lavori entro pozzi, fogne, cunicoli, camini e fosse in genere, devono essere adottate idonee misure di sicurezza contro i pericoli derivanti dalla presenza di gas o vapori tossici, asfissianti, infiammabili o esplosivi, specie in rapporto alla natura geologica del terreno o alla vicinanza di fabbriche, depositi, raffinerie, stazioni di compressione e di decompressione, metanodotti e condutture di gas, che possono dar luogo ad infiltrazione di sostanze pericolose.

Quando sia accertata o sia da temere la presenza di gas tossici, asfissianti o l'irrespirabilità dell'aria ambiente e non sia possibile assicurare un'efficiente aerazione ed una completa bonifica, i lavoratori devono essere provvisti di apparecchi respiratori, ed essere muniti di cintura di sicurezza con bretelle passanti sotto le ascelle collegate a funi di salvataggio, le quali devono essere tenute all'esterno dal personale addetto alla sorveglianza. Questo deve mantenersi in continuo collegamento con gli operai all'interno ed essere in grado di sollevare prontamente all'esterno il lavoratore colpito dai gas. Possono essere adoperate le maschere respiratorie, in luogo di autorespiratori, solo quando, accertate la natura e la concentrazione dei gas o vapori nocivi o asfissianti, esse offrano garanzia di sicurezza e sempreché sia assicurata un'efficace e continua aerazione.

Quando è stata accertata la presenza di gas infiammabili o esplosivi, deve provvedersi alla bonifica dell'ambiente mediante idonea ventilazione; deve inoltre

vietarsi, anche dopo la bonifica, se siano da temere emanazioni di gas pericolosi, l'uso di apparecchi a fiamma, di corpi incandescenti e di apparecchi comunque suscettibili di provocare fiamme o surriscaldamenti atti ad incendiare il gas.

Nei casi sopra previsti i lavoratori devono operare in abbinamento nell'esecuzione dei lavori.

#### **Art. 4      Proprietà degli oggetti ritrovati**

La stazione appaltante, salvi i diritti che spettano allo Stato a termini di legge, si riserva la proprietà degli oggetti di valore e di quelli che interessano la scienza, la storia, l'arte o l'archeologia o l'etnologia, compresi i relativi frammenti, che si rinvenivano nei fondi occupati per l'esecuzione dei lavori e per i rispettivi cantieri e nella sede dei lavori stessi. L'appaltatore dovrà pertanto consegnarli alla stazione appaltante, che gli rimborserà le spese incontrate per la loro conservazione e per le speciali operazioni che fossero state espressamente ordinate al fine di assicurarne l'incolumità ed il diligente recupero.

Qualora l'appaltatore, nella esecuzione dei lavori, scopra ruderi monumentali, deve darne subito notizia al direttore dei lavori e non può demolirli né alterarli in qualsiasi modo senza il preventivo permesso del direttore stesso.

L'appaltatore deve denunciare immediatamente alle forze di pubblica sicurezza il rinvenimento di sepolcri, tombe, cadaveri e scheletri umani, ancorché attinenti pratiche funerarie antiche, nonché il rinvenimento di cose, consacrate o meno, che formino o abbiano formato oggetto di culto religioso o siano destinate all'esercizio del culto o formino oggetto della pietà verso i defunti. L'appaltatore dovrà altresì darne immediata comunicazione al direttore dei lavori, che potrà ordinare adeguate azioni per una temporanea e migliore conservazione, segnalando eventuali danneggiamenti all'autorità giudiziaria.

#### **Art. 5      Attraversamenti servizi pubblici**

Preliminarmente all'inizio degli scavi l'impresa dovrà contattare tutti i soggetti gestori di servizi a rete (ENEL, TELECOM, Comuni, Consorzi, ENAS, ecc.) ed acquisire da essi la documentazione (planimetrie, elenchi, ecc.) utile ad individuare, se necessario anche attraverso l'esecuzione di saggi, la posizione e la profondità nel sottosuolo di eventuali servizi pubblici quali: cunicoli di fogna, tubazioni di gas o d'acqua, metanodotti o oleodotti, cavi elettrici, e telefonici o altri ostacoli e manufatti che comunque possano essere interessati dalla esecuzione dei lavori.

L'appaltatore non potrà chiedere compensi o indennità di sorta per tutti gli oneri che possano derivare da quanto specificato, nel presente articolo.

In ogni caso, qualora le suddette operazioni preliminari di localizzazione evidenziassero la necessità di introdurre variazioni al tracciato delle opere e/o alle profondità di posa, l'impresa dovrà informare tempestivamente la direzione lavori affinché disponga in merito.

Tutte le volte che nella esecuzione dei lavori si incontreranno sottoservizi o manufatti in genere, l'impresa dovrà a sua cura e spese porre in essere ogni accorgimento affinché non siano danneggiate dette opere sottosuolo e pertanto egli dovrà, a mezzo di sostegni, puntelli, sbadacchiature e sospensioni, fare quanto occorre perché le opere stesse restino perfettamente integre e funzionanti.

Tutti gli eventuali maggiori oneri ivi compresi quelli eventualmente derivanti dal

forzato rallentamento del ritmo dei lavori, da pericolosità o da particolari cautele da adottare nel corso dei lavori che si potessero presentare per l'esecuzione dei lavori da eseguire in dipendenza dell'incontro di fogne, tubazioni di acque e gas, metanodotti o oleodotti, cavi elettrici, telefonici e telegrafici, sia fuori che dentro l'abitato, sono stati considerati nella valutazione dei prezzi e pertanto l'Appaltatore non potrà reclamare il risarcimento di alcun compenso aggiuntivo.

Qualora, durante l'esecuzione dei lavori venissero comunque danneggiati sottoservizi o manufatti presenti nel sottosuolo, anche se non localizzati dall'impresa preventivamente all'inizio delle operazioni, la stessa dovrà avvertire immediatamente il competente soggetto gestore e la direzione lavori. Resta comunque stabilito che l'impresa è comunque responsabile di ogni e qualsiasi danno che possa venire dai lavori a dette opere nel sottosuolo, e che è obbligato a ripararlo o farlo riparare al più presto sollevando l'Amministrazione Appaltante da ogni gravame, noia o molestia.

Qualora durante i lavori si avvertisse la presenza di emanazione di gas, l'impresa provvederà ad allontanare qualsiasi causa di innesco che possa trovarsi nelle vicinanze dello scavo avvertendo immediatamente i vigili del fuoco ed i competenti organi di polizia.

Nell'ipotesi in cui nell'esecuzione dei lavori si incontrassero opere sottosuolo che per evidente negligenza dell'impresa non fossero state preventivamente localizzate, quest'ultima rimarrà unica responsabile per le variazioni che si rendessero eventualmente necessarie al tracciato e/o alle livellette di posa, rimanendo quindi a carico dell'impresa tutti i maggiori oneri necessari per l'esecuzione dei lavori a regola d'arte.

## **Art. 6 Terrapieni e rilevati**

Per la formazione dei rilevati e terrapieni, anche da addossare a murature, si impiegheranno in generale, fino alle quote prescritte dagli elaborati progettuali e fino al loro totale esaurimento, tutte le materie provenienti dagli scavi di qualsiasi genere eseguiti nell'ambito dei lavori di cantiere adiacenti il rilevato o terrapieno da realizzare, in quanto disponibili e ritenute adatte per la formazione dei rilevati dalla direzione lavori.

Quando venissero a mancare in tutto o in parte i materiali di cui sopra, si preleveranno le materie occorrenti ovunque l'appaltatore crederà di sua convenienza, purché i materiali siano riconosciuti idonei dalla direzione dei lavori.

In caso di terrapieni e rilevati da addossarsi alle murature o alle strutture di fondazione, si dovranno sempre impiegare materie sciolte o ghiaiose, di opportuna pezzatura, restando vietato in modo assoluto l'impiego di quelle argillose e, in generale, di tutte quelle che con l'assorbimento di acqua si rammolliscono e si gonfiano generando spinte.

È vietato di addossare terrapieni a murature o strutture in c.a. di recente realizzazione e delle quali si riconosca non completato il processo di maturazione.

La superficie del terreno sulla quale dovranno elevarsi i terrapieni sarà preventivamente scorticata, ove occorra, e, se inclinata, tagliata a gradoni con leggera pendenza verso monte.

Nella formazione dei suddetti rilevati, rinterri e riempimenti dovrà essere usata ogni diligenza perché la loro esecuzione proceda per strati orizzontali di eguale altezza, di norma non superiori a 30 cm, disponendo contemporaneamente le materie bene sminuzzate con la maggiore regolarità e precauzione, in modo da caricare uniformemente le strutture portanti su tutti i lati e da evitare le sfiancature che

potrebbero derivare da un carico male distribuito.

Le materie trasportate con vagoni o automezzi non dovranno essere scaricate direttamente contro le murature, ma dovranno depositarsi in vicinanza dell'opera per essere riprese poi al momento della formazione dei suddetti rinterri.

L'impresa dovrà consegnare i rilevati con scarpate regolari e spianate, con i cigli ben allineati e profilati, compiendo quindi a sue spese, durante l'esecuzione dei lavori e fino a collaudo, gli occorrenti ricarichi o tagli, la ripresa e la sistemazione delle scarpate, delle banchine e l'espurgo dei fossi.

Tutte le riparazioni o ricostruzioni che si rendessero necessarie per la mancata od imperfetta osservanza delle prescrizioni del presente articolo, saranno a completo carico dell'appaltatore.

## **Art. 7 Cave di pietrisco**

Qualora per la formazione dei reinterri e dei rilevati non bastasse il materiale proveniente dagli scavi e riconosciuto idoneo dalla Direzione dei Lavori, l'Appaltatore dovrà procurare i materiali occorrenti ricorrendo a cave di prestito.

Queste cave dovranno essere aperte, a tutte cure e spese dell'Appaltatore, dove egli crederà opportuno, a condizione però:

- 1) che le materie che esse forniscono siano rispondenti allo scopo, a giudizio esclusivo della Direzione dei Lavori;
- 2) che siano situate a distanza non minore di metri 50 dell'asse delle condotte;
- 3) che sia sempre assicurato il regolare e completo scolo in modo che non si abbiano a verificare i ristagni e siano osservate le disposizioni delle leggi sull'igiene, sulla pubblica sanità e quelle per diminuire le cause della malaria.

Nei contratti che per l'apertura delle cave di prestito l'Appaltatore stipulerà coi proprietari deve essere pattuito che i proprietari stessi si obbligano a tenere sollevata, in qualunque tempo, l'Amministrazione Appaltante da qualsiasi reclamo di Autorità o di terzi.

In caso di inosservanza delle precedenti prescrizioni e segnatamente di quella concernente lo scolo delle acque nelle cave di prestito, l'Amministrazione Appaltante ha facoltà di mettersi riparo di ufficio rivalendosi sui crediti dell'appaltatore e sulla cauzione. A tal fine l'Amministrazione si riserva la facoltà di richiedere ai proprietari delle cave interessate esplicita dichiarazione circa l'assunzione di tale obbligo.

## **Art. 8 Qualità, requisiti e provenienza dei materiali da costruzione**

Tutti i materiali da costruzione forniti dall'Appaltatore dovranno corrispondere ai requisiti previsti nelle specifiche prescrizioni emanate dal Ministero dei Lavori Pubblici.

I materiali occorrenti per la costruzione delle opere appaltate dovranno essere forniti a totale cura e spese dell'Appaltatore ed a tempo debito, in modo da assicurare l'ultimazione dei lavori nel termine assegnato.

Detti materiali saranno delle migliori qualità rinvenibili in commercio, scevri di ogni difetto e lavorati secondo le migliori regole d'arte. Prima di essere impiegati dovranno essere sottoposti alla approvazione della Direzione dei Lavori, la quale ha la facoltà di sottoporli alle prove prescritte, e li rifiuterà se li troverà difettosi, di cattiva qualità o comunque non rispondenti ai requisiti qui di seguito indicati.

I materiali rifiutati dovranno essere asportati subito dai cantieri. Qualora per eccezione ne fosse concesso il deposito provvisorio nei cantieri, la Direzione Lavori avrà diritto di prendere al riguardo ed a spese dell'Impresa tutte le precauzioni che stimerà convenienti per evitare che siano impiegati nei lavori.

In massima i materiali da costruzione dovranno corrispondere ai seguenti requisiti:

a) Pietre naturali

Per gli elementi naturali, le prove da eseguire presso i laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 si rimanda alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2232 (Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione), del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 (Norme per l'accettazione dei materiali per pavimentazione), e delle norme UNI vigenti.

I campioni delle pietre naturali da sottoporre alle prove da prelevare dalle forniture esistenti in cantiere, debbono presentare caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche conformi a quanto prescritto nei contratti, in relazione al tipo della pietra ed all'impiego che di essa deve farsi nella costruzione.

**Valori indicativi di tenacità**

| <b>Roccia</b>       | <b>Tenacità</b> |
|---------------------|-----------------|
| Calcare             | 1               |
| Gneiss              | 1,20            |
| Granito             | 1,50            |
| Arenaria            | 1,50            |
| calcareo            | 2,30            |
| Basalto             | 2,60            |
| Arenaria<br>silicea |                 |

**Valori indicativi di resistenza a taglio**

| <b>Roccia</b> | <b>Carico di rottura (Mpa)</b> |
|---------------|--------------------------------|
| Arenarie      | 3-9                            |
| Calcare       | 5-11                           |
| Marmi         | 12                             |
| Granito       | 15                             |
| Porfido       | 16                             |
| Serpentini    | 18-34                          |
| Gneiss        | 22-31                          |

*Marmo*

Roccia cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 3 a 4 (quali calcite, dolomite, serpentino).

A questa categoria appartengono:

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

*Granito*

Roccia fanero-cristallina, compatta, lucidabile, da decorazione e da costruzione, prevalentemente costituita da minerali di durezza Mohs da 6 a 7 (quali quarzo, felspati, felspatoidi).

A questa categoria appartengono:

- i graniti propriamente detti (rocce magmatiche intrusive acide fanero-cristalline, costituite da quarzo, felspati sodico-potassici e miche);

- altre rocce magmatiche intrusive (dioriti, granodioriti, sieniti, gabbri, ecc.);
- le corrispettive rocce magmatiche effusive, a struttura porfirica;
- alcune rocce metamorfiche di analoga composizione come gneiss e serizzi.

#### *Travertino*

Roccia calcarea sedimentaria di deposito chimico con caratteristica strutturale vacuolare, da decorazione e da costruzione; alcune varietà sono lucidabili.

#### *Pietra*

Roccia da costruzione e/o da decorazione, di norma non lucidabile.

A questa categoria appartengono rocce di composizione mineralogica svariatissima, non inseribili in alcuna classificazione. Esse sono riconducibili ad uno dei due gruppi seguenti:

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

Esempi di pietre del primo gruppo sono: varie rocce sedimentarie (calcareniti, arenarie a cemento calcareo, ecc.), varie rocce piroclastiche (peperini, tufi, ecc.); al secondo gruppo appartengono le pietre a spacco naturale (quarziti, micascisti, gneiss lastroidi, ardesie, ecc.), e talune vulcaniti (basalti, trachiti, leucititi, ecc.).

Per gli altri termini usati per definire il prodotto in base alle norme, dimensioni, tecniche di lavorazione ed alla conformazione geometrica, vale quanto riportato nella norma UNI EN 12670.

#### *Requisiti d'accettazione*

I prodotti in pietra naturale o ricostruita devono rispondere alle seguenti prescrizioni:

- a) appartenere alla denominazione commerciale e/o petrografica indicata nel progetto oppure avere origine dal bacino di estrazione o zona geografica richiesta nonché essere conformi ad eventuali campioni di riferimento ed essere esenti da crepe, discontinuità, ecc. che riducono la resistenza o la funzione;
- b) avere lavorazione superficiale e/o finiture indicate nel progetto e/o rispondere ai campioni di riferimento; avere le dimensioni nominali concordate e le relative tolleranze;
- c) delle seguenti caratteristiche il fornitore dichiarerà i valori medi (ed i valori minimi e/o la dispersione percentuale):
  - massa volumica reale ed apparente, misurata secondo la norma UNI 9724, parte 2ª;
  - coefficiente di imbibizione della massa secca iniziale, misurato secondo la norma UNI 9724, parte 2ª;
  - resistenza a compressione, misurata secondo la norma UNI 9724, parte 3ª;
  - resistenza a flessione, misurata secondo la norma UNI 9724, parte 5ª;
  - resistenza all'abrasione, misurata secondo le disposizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2234;
- d) per le prescrizioni complementari da considerare in relazione alla destinazione d'uso (strutturale per murature, pavimentazioni, coperture, ecc.) si rinvia agli appositi articoli del presente capitolato ed alle prescrizioni di progetto.

I valori dichiarati saranno accettati dalla direzione dei lavori anche in base ai criteri generali del presente capitolato speciale d'appalto.

#### *Manufatti da lastre*

I manufatti da lastre devono essere ricavati da lastre di spessore non superiore a 8 cm; si hanno i seguenti prodotti:

- a) lastre refilate;
- b) listelli;
- c) modul marmo – modulgranito.

### *Manufatti in spessore*

I manufatti in spessore devono essere ricavati da blocchi o lastre di spessore superiore a 8 cm; si hanno i seguenti prodotti:

- a) masselli;
- b) binderi;
- c) cordoni.

### *Manufatti a spacco e sfaldo*

Tra i manufatti a spacco si indicano:

- a) cubetti di porfido;
- b) smollerì;
- c) lastre di ardesia;
- d) lastre di quarzite;
- e) lastre di serpentino;
- f) lastre di beola;
- d) lastre di arenaria.

### *Prove d'accettazione*

Per quanto non espressamente indicato, per l'accettazione dei materiali lapidei si rinvia alle prescrizioni delle seguenti norme:

UNI 9724-1 - Materiali lapidei. Descrizione petrografica;

UNI 9724-2 - Materiali lapidei. Determinazione della massa volumica apparente e del coefficiente di imbibizione;

UNI 9724-3 - Materiali lapidei. Determinazione della resistenza a compressione semplice;

UNI 9724-4 - Materiali lapidei. Confezionamento sezioni sottili e lucide;

UNI 9724-5 - Materiali lapidei. Determinazione della resistenza a flessione;

UNI 9724-6 - Materiali lapidei. Determinazione della microdurezza Knoop;

UNI 9724-7 - Materiali lapidei. Determinazione della massa volumica reale e della porosità totale e accessibile.

### b) Ghiaia e pietrisco

Le ghiaie e i pietrischi da impiegarsi nella confezione dei calcestruzzi debbono rispettivamente provenire od essere ricavati da pietre dure, resistenti, compatte, non marnose né gelive.

Devono essere esenti da sostanze estranee, da parti polverulente o terrose e, quando non lo siano, devono essere lavati ripetutamente in acqua dolce e limpida fino a che presentino i requisiti anzidetti; devono pure essere esenti da salsedine quando siano destinati a calcestruzzi per opere di fondazione o subacquee.

Devono inoltre essere costituiti da elementi di forma pressoché rotonda e di grossezze assortite.

L'Appaltatore dovrà mettere a disposizione della Direzione Lavori la serie di crivelli di cui alle norme di unificazione:

- UNI 2333 - Lamiere lavorate per crivelli di controllo;
- UNI 2334 - Crivelli di controllo e relativi fondi e coperchi salvo speciali e diverse prescrizioni del contratto, gli elementi delle ghiaie e dei pietrischi per calcestruzzo devono essere rispetto ai crivelli UNI 2334:
- passanti da quello di 71 mm e trattenuti da quello di 40 mm se si tratta di lavori correnti di fondazione, muri di sostegno, piedritti, rivestimento di scarpa e simili;
- passanti da quello di 40 mm e trattenuti da quello di 25 mm se si tratta di volti di getto di un certo spessore;
- passanti da quello di 25 mm e trattenuti da quello di 8 mm se si tratta di cappe di volti o lavori in cemento armato od in pareti sottili.

Gli elementi più piccoli delle ghiaie e dei pietrischi non devono passare da quello di 8 mm salvo quando vanno impiegati in cappe di volte o in lavori in cemento armato

od in pareti sottili, nei quali casi sono ammessi anche elementi più piccoli.

Per i lavori stradali si precisa che i materiali litoidi ad elementi approssimativamente poliedrici, con spigoli vivi, ottenuti per frantumazione di pietrame e ciottoli, costituiscono gli aggregati grossi, che a seconda delle dimensioni, si classificano come pietrisco, pietrischetto, graniglia.

A frantumazione avvenuta, rispetto a crivelli UNI 2334 essi debbono essere: per il pietrisco passanti a quello di 60 mm e trattenuti da quello di 25 mm; per il pietrischetto passanti a quello di 25 e trattenuti da quello di 10 mm; per la graniglia normale, ottenuta anche da frantumazione di ghiaia, passanti al crivello da 10 mm e trattenuti da quello da 5 mm; per la graniglia minuta (moniglio), passanti a 5 mm e trattenuti da 3 mm.

#### c) Sabbia

La sabbia da adoperarsi per la confezione delle malte e dei calcestruzzi potrà essere:

- di fiume;
- di cava.

È escluso in modo assoluto l'impiego di sabbia di mare, anche se l'uso di questa sia - nella zona - consuetudinario.

Le sabbie di fiume non dovranno essere troppo fini né granulari di uniforme grandezza. Saranno perciò un po' grosse, ruvide al tatto, stridenti tra le dita. Dovranno essere pulite e scevre da sostanze argillose, terrose e melmose.

Le sabbie di cava potranno essere impiegate, purché provenienti da cave pulite da materiale sano e non disaggregabili. Queste sabbie dovranno essere lavate, tutte le volte che sia riconosciuto necessario dal Direttore dei Lavori, per eliminare le materie nocive.

Le sabbie artificiali proverranno dalla frantumazione di materiale calcareo, siliceo, granitico e basaltico, con esclusione di materiale tufaceo, gessoso, marnoso e comunque di rocce non sane o compatte o troppo tenere.

L'Appaltatore dovrà mettere a disposizione della Direzione Lavori gli stacci di cui alle norme di unificazione:

- UNI 2331 - tele metalliche per stacci di controllo;
- UNI 2332 - stacci di controllo e relativi fondi e coperchi.

La dimensione massima dei grani di sabbia non dovrà superare i 5 mm.

La sabbia, ai soli effetti della scelta dell'assortimento più opportuno, si distinguerà, rispetto agli stacci UNI 2332 in:

- sabbia grossa - grani da 2 a 5 mm: passante da quello da 5 mm e trattenuti da quello da 2 mm;
- sabbia media - grani da 0,5 a 2 mm: passante da quello da 2 mm e trattenuta da quello da 0,5 mm;
- sabbia fina - grani minori di 0,5 mm: passante da quello da 0,5 mm.

Per calcestruzzi si adotterà sabbia, con prevalenza di grani grossi e medi e una minore quantità (1/4 circa) di sabbia con grani fini.

Per la formazione delle malte per gli intonaci e cappe, la sabbia dovrà essere tutta passante al setaccio 0,5 mm e dare sul setaccio 0,075 mm un residuo pari al 30%.

In caso di costruzione di particolari strutture in calcestruzzo cementizio semplice o armato, potranno essere date dal Direttore dei Lavori opportune prescrizioni granulometriche per gli inerti senza che perciò l'assuntore abbia a pretendere speciali compensi perché già ritenuti compresi nel prezzo d'elenco per i calcestruzzi.

#### d) Calci

Le calci aeree e le calci idrauliche dovranno rispondere ai requisiti di cui alle «Norme per l'accettazione delle calci» con R.D. 16 novembre 1939, n. 2231 e D.M. 31.08.1972.

#### e) Leganti idraulici

I cementi (leganti idraulici) dovranno essere stagionati, forniti nell'imballaggio originale e rispondenti ai requisiti di cui alla legge 26.05.1965, n. 595, D.M. 03.06.1963, D.M. 31.08.1972 e le norme UNI vigenti.

f) Acqua

L'acqua per l'esecuzione dei lavori e delle prove delle condotte dovrà essere provvenguta dall'Appaltatore e dovrà essere limpida, dolce e priva di sostanze organiche e non contenere colori e solfati in percentuale dannosa.

g) Laterizi

*Generalità*

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, dovranno rispondere alle prescrizioni del R.D. 16 novembre 1939, n. 2233 - Norme per l'accettazione dei materiali laterizi - e alle norme UNI vigenti.

*Requisiti*

I laterizi di qualsiasi tipo, forma e dimensione debbono nella massa essere scevri da sassolini, noduli 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.

*Controlli di accettazione*

Per accertare se i materiali laterizi abbiano i requisiti prescritti, oltre all'esame accurato della superficie e della massa interna ed alle prove di percussione per riconoscere la sonorità del materiale, debbono essere sottoposti a prove fisiche e chimiche.

Le prove fisiche sono quelle di compressione, flessione, urto, gelività, imbibimento e permeabilità.

Le prove chimiche sono quelle necessarie per determinare il contenuto in sali solubili totali ed in solfati alcalini.

In casi speciali può essere prescritta una analisi chimica più o meno completa dei materiali, seguendo i procedimenti analitici più accreditati.

I laterizi da usarsi in opere a contatto con acque contenenti soluzioni saline devono essere analizzati, per accertare il comportamento di essi in presenza di liquidi di cui si teme la aggressività.

Per quanto attiene alle modalità delle prove chimiche e fisiche, si rimanda al R.D. 16 novembre 1939, n. 2233.

*Elementi in laterizio per solai*

Per la terminologia, il sistema di classificazione, i limiti di accettazione ed i metodi di prova si farà riferimento alle norme :

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

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

UNI 9730-3 - Elementi di laterizio per solai. Metodi di prova.

Dovranno inoltre essere rispettate le norme tecniche di cui al punto 5.1.9, del D.M. 14 settembre 2005.

*Tavole e tavelloni*

Le tavelle sono elementi laterizi con due dimensioni prevalenti e con altezza minore o uguale a 4 cm.

I tavelloni sono invece quei elementi laterizi aventi due dimensioni prevalenti ed altezza superiore ai 4 cm (generalmente 6÷8 cm).

Per l'accettazione dimensionale delle tavelle e dei tavelloni si farà riferimento alle tolleranze previste dal punto 4 della norma UNI 11128 - Prodotti da costruzione di laterizio. Tavelloni, tavelle e tavelline. Terminologia, requisiti e metodi di prova.

In riferimento alla citata norma l'80% degli elementi sottoposti a prova deve resistere ad un carico variabile da 600 a 1200 N in funzione della lunghezza e dello spessore.

Gli elementi devono rispondere alla modalità di designazione prevista dalla citata norma UNI.

#### h) Tegole

Le tegole e coppi di laterizio per coperture ed i loro pezzi speciali si intendono denominate secondo le dizioni commerciali usuali (marsigliese, romana, ecc.).

Le tegole, in genere, debbono presentare un sufficiente grado di resistenza agli sforzi meccanici, quali si richiede dal punto di vista della praticabilità delle coperture, e risultare impermeabili sotto il carico di una colonna d'acqua di 50 mm mantenuta per 24 ore. Le tegole piane non devono infine presentare difetto alcuno nel nasello.

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto ed, in mancanza od a completamento, alle seguenti prescrizioni:

- a) i difetti visibili sono ammessi nei seguenti limiti:
  - le fessure non devono essere visibili o rilevabili a percussione;
  - le protuberanze e scagliature non devono avere diametro medio (tra dimensione massima e minima) maggiore di 15 mm e non deve esserci più di una protuberanza; è ammessa una protuberanza di diametro medio tra 7 mm e 15 mm ogni 2 dm<sup>2</sup> di superficie proiettata;
  - sbavature tollerate purché permettano un corretto assemblaggio;
- b) b) sulle dimensioni nominali e forma geometrica sono ammesse le tolleranze seguenti: lunghezza  $\pm 3\%$ ; larghezza  $\pm 3\%$  per tegole e  $\pm 8\%$  per coppi;
- c) c) sulla massa convenzionale è ammessa tolleranza del 15%;
- d) d) l'impermeabilità non deve permettere la caduta di goccia d'acqua dall'intradosso;
- e) e) resistenza a flessione: forza F singola maggiore di 1000 N;
- f) f) carico di rottura valore singolo della forza F maggiore di 1000 N e valore medio maggiore di 1500 N;
- g) g) i criteri di accettazione sono quelli del punto 33.1.

Dovrà essere determinato il carico di rottura a flessione onde garantire l'incolumità degli addetti sia in fase di montaggio che di manutenzione;

In caso di contestazione si farà riferimento alle norme UNI 8626 e 8635, in particolare alla UNI EN 1304.

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

#### i) Prodotti per pavimenti

##### *Generalità*

Si definiscono prodotti per pavimentazione quelli utilizzati per realizzare lo strato di rivestimento dell'intero sistema di pavimentazione.

Per la realizzazione del sistema di pavimentazione si rinvia all'articolo

sull'esecuzione delle pavimentazioni.

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della fornitura; il direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli (anche parziali) su campioni della fornitura oppure richiedere un attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni secondo le norme vigenti:

*a) norme generali*

R.D. 16 novembre 1939, n. 2234 - Norme per l'accettazione dei materiali per pavimentazione;

UNI 7998 - Edilizia. Pavimentazioni. Terminologia;

UNI 7999 - Edilizia. Pavimentazioni. Analisi dei requisiti;

UNI 8437 - Edilizia. Pavimentazioni. Classificazione in base all'isolamento dal rumore di calpestio.

*b) Rivestimenti resilienti per pavimentazioni*

UNI 5574 - Pavimenti vinilici. Metodi di prova;

UNI EN 661 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della propagazione dell'acqua;

UNI EN 662 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'incurvamento per esposizione all'umidità;

UNI EN 663 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della profondità convenzionale del rilievo;

UNI EN 664 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della perdita di sostanze volatili;

UNI EN 665 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione dell'essudazione dei plastificanti;

UNI EN 666 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della gelatinizzazione;

UNI EN 669 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della stabilità dimensionale delle piastrelle di linoleum dovuta a variazioni dell'umidità atmosferica;

UNI EN 670 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Identificazione del linoleum e determinazione del contenuto di cemento e della cenere residua;

UNI EN 672 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa volumica apparente del sughero agglomerato;

UNI EN 684 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della resistenza delle giunzioni;

UNI EN 685 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Classificazione;

UNI EN 686 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per linoleum liscio e decorativo su un supporto di schiuma;

UNI EN 687 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per linoleum liscio e decorativo su un supporto di agglomerati compositi di sughero;

UNI EN 688 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Specifica per agglomerati di sughero linoleum.

*c) posa in opera*

UNI 10329 - Posa dei rivestimenti di pavimentazione. Misurazione del contenuto di umidità negli strati di supporto cementizi o simili.

*Caratteristiche dei prodotti in legno per pavimentazione*

I prodotti di legno per pavimentazione: tavolette, listoni, mosaico di lamelle, blocchetti, ecc. s'intendono denominati nelle loro parti costituenti come indicato nella letteratura tecnica.

I prodotti di cui sopra devono rispondere a quanto segue:

a) essere della essenza legnosa adatta all'uso e prescritta nel progetto esecutivo;

b) sono ammessi i seguenti difetti visibili sulle facce in vista:

- b1) qualità I: piccoli nodi sani con diametro minore di 2 mm se del colore della specie (minore di 1 mm se di colore diverso) purché presenti su meno del 10% degli elementi del lotto; imperfezioni di lavorazione con profondità minore di 1 mm e purché presenti su meno del 10% degli elementi;
- b2) qualità II:
- piccoli nodi sani con diametro minore di 5 mm se del colore della specie (minore di 2 mm se di colore diverso) purché presenti su meno del 20% degli elementi del lotto;
  - imperfezioni di lavorazione come per la classe I;
  - piccole fenditure;
  - alburno senza limitazioni ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti;
- b3) qualità III: esenti da difetti che possono compromettere l'impiego (in caso di dubbio valgono le prove di resistenza meccanica). Alburno senza limitazioni, ma immune da qualsiasi manifesto attacco di insetti;
- c) avere contenuto di umidità tra il 10 ed il 15%;
- d) tolleranze sulle dimensioni e finitura:
- d1) listoni: 1 mm sullo spessore; 2 mm sulla larghezza; 5 mm sulla lunghezza;
- d2) tavolette: 0,5 mm sullo spessore; 1,5% sulla larghezza e lunghezza;
- d3) mosaico, quadrotti, ecc.: 0,5 mm sullo spessore; 1,5% sulla larghezza e lunghezza;
- d4) le facce a vista ed i fianchi da accertare saranno lisci;
- e) la resistenza meccanica a flessione, la resistenza all'impronta ed altre caratteristiche saranno nei limiti solitamente riscontrati sulla specie legnosa e saranno comunque dichiarati nell'attestato che accompagna la fornitura. Per i metodi di misura valgono quelli previsti all'art. 34.9 del presente capitolato.
- f) i prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, umidità nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.
- Nell'imballo un foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore e contenuto, almeno le caratteristiche di cui ai commi da a) ad e) .
- Per i pavimenti in sughero si applicheranno le disposizioni delle seguenti norme UNI ISO 3813 e UNI ISO 3810.

*Classificazione su metodo di formatura ed assorbimento d'acqua delle piastrelle in ceramica*

Le piastrelle di ceramica per pavimentazioni dovranno essere del materiale indicato nel progetto tenendo conto che le dizioni commerciali e/o tradizionali (cotto, cottoforte, gres, ecc.) devono essere associate alla classificazione basata sul metodo di formatura e sull'assorbimento d'acqua secondo la norma UNI EN 87.

- a) a seconda della classe di appartenenza (secondo UNI EN 87) le piastrelle di ceramica estruse o pressate di prima scelta devono rispondere alle norme seguenti:

**Assorbimento d'acqua delle piastrelle di ceramica**

| <b>Assorbimento d'acqua, E in %</b> |                            |   |   |                                  |
|-------------------------------------|----------------------------|---|---|----------------------------------|
| <b>Formatura</b>                    | <b>Gruppo I<br/>E ≤ 3%</b> | <b>Gruppo II<sup>a</sup><br/>3% &lt; E ≤ 6%</b> | <b>Gruppo II<sup>b</sup><br/>6% &lt; E &lt; 10%</b> | <b>Gruppo III<br/>E &gt; 10%</b> |
| Estruse (A)                         | UNI EN 121                 | UNI EN 186                                      | UNI EN 187  | UNI EN 188                       |
| Pressate                            | UNI EN 176                 | UNI EN 177                                      | UNI EN 178  | UNI EN 159                       |

I prodotti di seconda scelta, cioè quelli che rispondono parzialmente alle norme predette, saranno accettati in base alla rispondenza ai valori previsti dal progetto, ed, in mancanza, in base ad accordi tra direzione dei lavori e fornitore.

- b) per i prodotti definiti «piastrelle comuni di argilla», «piastrelle pressate ed arrotate di argilla» e «mattonelle greificate» dal RD 16 novembre 1939 n. 334, devono inoltre essere rispettate le prescrizioni seguenti: resistenza all'urto 2 Nm minimo; resistenza alla flessione 2,5 N/mm<sup>2</sup> minimo; coefficiente di usura al tribometro 15 mm per 1 km di percorso.
- c) per le piastrelle colate (ivi comprese tutte le produzioni artigianali) le caratteristiche rilevanti da misurare ai fini di una qualificazione del materiale sono le stesse indicate per le piastrelle pressate a secco ed estruse (norma UNI EN 87) per cui:
  - per quanto attiene ai metodi di prova si rimanda alla normativa UNI EN vigente e già citata;
  - per quanto attiene i limiti di accettazione, tenendo in dovuto conto il parametro relativo all'assorbimento d'acqua, i valori di accettazione per le piastrelle ottenute mediante colatura saranno concordati fra produttore ed acquirente, sulla base dei dati tecnici previsti dal progetto o dichiarati dai produttori ed accettate dalla Direzione dei lavori;
- d) I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche, sporatura, ecc. nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa ed essere accompagnati da fogli informativi riportanti il nome del fornitore e la rispondenza alle prescrizioni predette.

*Prodotti in gomma per pavimentazioni*

I prodotti di gomma per pavimentazioni sotto forma di piastrelle e rotoli devono rispondere alle prescrizioni date dal progetto ed in mancanza e/o a complemento devono rispondere alle prescrizioni seguenti:

- a) essere esenti da difetti visibili (bolle, graffi, macchie, aloni, ecc.) sulle superfici destinate a restare in vista;
- b) avere costanza di colore tra i prodotti della stessa fornitura; in caso di contestazione deve risultare entro il contrasto dell'elemento n. 4 della scala dei grigi di cui alla UNI 5137. Per piastrelle di forniture diverse ed in caso di contestazione vale il contrasto dell'elenco n. 3 della scala dei grigi della stessa norma UNI 5137.
- c) sulle dimensioni nominali ed ortogonalità dei bordi sono ammesse le tolleranze seguenti:
  - piastrelle: lunghezza e larghezza  $\pm 0,3\%$ , spessore  $\pm 0,2$  mm;
  - rotoli: lunghezza  $\pm 1\%$ , larghezza  $\pm 0,3\%$ , spessore  $\pm 0,2$  mm;
  - piastrelle: scostamento dal lato teorico (in millimetri) non maggiore del prodotto tra dimensione del lato (in millimetri) e 0,0012;
  - rotoli: scostamento dal lato teorico non maggiore di 1,5 mm.
- d) la durezza deve essere tra 75 e 85 punti di durezza Shore A;
- e) la resistenza all'abrasione deve essere non maggiore di 300 mm<sup>3</sup>;
- f) la stabilità dimensionale a caldo deve essere non maggiore dello 0,3% per le piastrelle e dello 0,4% per i rotoli;
- g) la classe di reazione al fuoco deve essere la prima secondo il D.M. 26 giugno 1984, allegato A3.1;
- h) la resistenza alla bruciatura da sigaretta, intesa come alterazioni di colore prodotta dalla combustione, non deve originare contrasto di colore uguale o minore al n. 2 della scala dei grigi di cui alla UNI 5137. Non sono inoltre ammessi affioramenti o rigonfiamenti;
- i) il potere macchiante, inteso come cessione di sostanze che sporcano gli oggetti che vengono a contatto con il rivestimento, per i prodotti colorati non deve dare origine ad un contrasto di colore maggiore di quello dell'elemento N3 della scala dei grigi di cui alla UNI 5137. Per i prodotti neri il contrasto di colore non deve essere maggiore dell'elemento N2;
- j) il controllo delle caratteristiche di cui al comma da a) ad i) si intende effettuato secondo i criteri indicati dalla norma UNI 8272;

k) i prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa;

Il foglio di accompagnamento indicherà oltre al nome del fornitore almeno le informazioni di cui ai commi da a) ad i).

#### *Prescrizioni dei prodotti in vinile*

I prodotti di vinile, omogenei e non, ed i tipi eventualmente caricati devono rispondere alle prescrizioni di cui alle seguenti norme.

UNI 5574 - Pavimenti vinilici. Metodi di prova;

UNI EN 649 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti omogenei ed eterogenei per pavimentazioni a base di policloruro di vinile. Specifica;

UNI EN 650 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile su supporto di iuta o di feltro di poliestere oppure su supporto di feltro di poliestere con policloruro di vinile. Specifica;

UNI EN 651 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile con strato di schiuma. Specifica;

UNI EN 652 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile con supporto a base di sughero . Specifica;

UNI EN 653 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Rivestimenti per pavimentazioni a base di policloruro di vinile espanso (cushioned). Specifica;

UNI EN 654 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Piastrelle semiflessibili di policloruro di vinile. Specifica;

UNI EN 655 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Piastrelle di agglomerato di sughero con strato di usura a base di policloruro di vinile. Specifica;

UNI EN 718 - Rivestimenti resilienti per pavimentazioni. Determinazione della massa areica di un'armatura o di un supporto dei rivestimenti di polivinile di cloruro per pavimentazioni.

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche ed agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

La certificazione rilasciata dal produttore dovrà attestare la rispondenza delle caratteristiche i alle norme precitate.

#### *Prodotti di resina*

I prodotti di resina (applicati fluidi od in pasta) per rivestimenti di pavimenti saranno realizzati:

- mediante impregnazione semplice (I1);
- a saturazione (I2);
- mediante film con spessori fino a 200 mm (F1) o con spessore superiore (F2);
- con prodotti fluidi cosiddetti autolivellanti (A);
- con prodotti spatolati (S).

Le caratteristiche segnate come significative nel prospetto seguente devono rispondere alle prescrizioni progettuali.

I valori di accettazione sono quelli dichiarati dal fabbricante ed accettati dal direttore dei lavori.

I metodi di accettazione sono quelli contenuti nella norma UNI 8298 (varie parti).

#### **Caratteristiche significative dei prodotti di resina**

| Caratteristiche | Grado di significatività rispetto ai vari tipi |    |    |    |   |   |
|-----------------|--|----|----|----|---|---|
|                 | I1   | I2 | F1 | F2 | A | S |

|   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Colore  | - | - | + | + | + | - |
| Identificazione chimico-fisica                | + | + | + | + | + | + |
| Spessore                                      | - | - | + | + | + | + |
| Resistenza all'abrasione                      | + | + | + | + | + | + |
| Resistenza al punzonamento dinamico (urto)    | - | + | + | + | + | + |
| Resistenza al punzonamento statico            | + | + | + | + | + | + |
| Comportamento all'acqua                       | + | + | + | + | + | + |
| Resistenza alla pressione idrostatica inversa | - | + | + | + | + | + |
| Reazione al fuoco                             | + | + | + | + | + | + |
| Resistenza alla bruciatura della sigaretta    | - | + | + | + | + | + |
| Resistenza all'invecchiamento termico in aria | - | + | + | + | + | + |
| Resistenza meccanica dei ripristini           | - | - | + | + | + | + |
| + significativa; - non significativa          |   |   |   |   |   |   |

I prodotti devono essere contenuti in appositi imballi che li proteggano da azioni meccaniche e da agenti atmosferici nelle fasi di trasporto, deposito e manipolazione prima della posa.

Il foglio informativo rilasciato dal produttore indicherà, oltre al nome del fornitore, le caratteristiche, le avvertenze per l'uso e per la sicurezza durante l'applicazione.

#### *Prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni*

I prodotti di calcestruzzo per pavimentazioni a seconda del tipo di prodotto devono rispondere alle prescrizioni progettuali e di quelle del presente capitolato speciale d'appalto.

#### *Mattonelle di cemento*

Le mattonelle di cemento potranno essere:

- con o senza colorazione e superficie levigata;
- con o senza colorazione con superficie striata o con impronta;
- a mosaico di cemento e di detriti di pietra con superficie levigata.

I suddetti prodotti devono rispondere alle prescrizioni del R.D. 2234 del 16 novembre 1939, per quanto riguarda le caratteristiche di resistenza all'urto, resistenza alla flessione e coefficiente di usura al tribometro ed alle prescrizioni progettuali.

Le mattonelle di cemento sono particolarmente adatte per pavimentazione di interni, di balconi, e di terrazze. Devono essere formate di due strati: quello inferiore costituito di conglomerato cementizio, quello superiore, con spessore minimo di 0,5 cm, costituito da malta ad alta percentuale di cemento. L' eventuale aggiunta di materie coloranti può anche essere limitata alla parte superficiale di logoramento (spessore minimo = 0.2 cm).

Il peso delle mattonelle occorrenti per l' esecuzione di un metro quadrato di pavimentazione è di circa 36 kg.

#### *Norme di riferimento*

Le mattonelle di cemento dovranno rispondere alle seguenti norme:

- UNI 2623 - Mattonella quadrata di conglomerato cementizio;
- UNI 2624 - Mattonella rettangolare di conglomerato cementizio;
- UNI 2625 - Mattonella esagonale di conglomerato cementizio;
- UNI 2626 - Marmette quadrate di conglomerato cementizio;
- UNI 2627 - Marmette rettangolari di conglomerato cementizio;
- UNI 2628 - Pietrini quadrati di conglomerato cementizio;

UNI 2629 - Pietrini rettangolari di conglomerato cementizio.

#### *Masselli di calcestruzzo*

I masselli di calcestruzzo per pavimentazioni saranno definiti e classificati in base alla loro forma, dimensioni, colore e resistenza caratteristica; per la terminologia delle parti componenti il massello e delle geometrie di posa ottenibili si rinvia alla documentazione tecnica. Essi devono rispondere alle prescrizioni del progetto in mancanza e/o completamente devono rispondere alle seguenti prescrizioni:

- a) essere esenti da difetti visibili e di forma quali protuberanze, bave, incavi che superino le tolleranze dimensionali ammesse. Sulle dimensioni nominali è ammessa la tolleranza di 3 mm per un singolo elemento e 2 mm quale media delle misure sul campione prelevato;
- b) le facce di usura e di appoggio devono essere parallele tra loro con tolleranza  $\pm 15\%$  per il singolo massello e  $\pm 10\%$  sulle medie;
- c) la massa volumica deve scostarsi da quella nominale (dichiarata dal fabbricante) non più del 15% per il singolo massello e non più del 10% per le medie;
- d) il coefficiente di trasmissione meccanica non deve essere minore di quello dichiarato dal fabbricante;
- e) il coefficiente di aderenza delle facce laterali deve essere il valore nominale con tolleranza  $\pm 5\%$  per 1 singolo elemento e  $\pm 3\%$  per le medie;
- f) la resistenza convenzionale alla compressione deve essere maggiore di 50 N/mm<sup>2</sup> per il singolo elemento e maggiore di 60 N/mm<sup>2</sup> per la media;

I prodotti saranno forniti su appositi pallets opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.

Il foglio informativo indicherà, oltre al nome del fornitore, almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

#### *Norme di riferimento*

I masselli in calcestruzzo dovranno rispondere alle seguenti norme:

UNI 9065-1 - Masselli di calcestruzzo per pavimentazioni. Terminologia e classificazione;

UNI 9065-2 - Masselli di calcestruzzo per pavimentazioni. Metodo di prova e di calcolo;

UNI 9065-3 - Masselli di calcestruzzo per pavimentazioni. Limiti di accettazione.

#### *Prodotti in pietre naturali*

I prodotti di pietre naturali o ricostruite per pavimentazioni si intendono definiti come segue:

- elemento lapideo naturale: elemento costituito integralmente da materiale lapideo (senza aggiunta di leganti);
- elemento lapideo ricostituito (conglomerato): elemento costituito da frammenti lapidei naturali legati con cemento o con resine;
- lastra rifilata: elemento con le dimensioni fissate in funzione del luogo d'impiego, solitamente con una dimensione maggiore di 60 cm e spessore di regola non minore di 2 cm;
- marmetta: elemento con le dimensioni fissate dal produttore ed indipendenti dal luogo di posa, solitamente con dimensioni minori di 60 cm e con spessore di regola minore di 2 cm;
- marmetta calibrata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere lo spessore entro le tolleranze dichiarate;
- marmetta rettificata: elemento lavorato meccanicamente per mantenere la lunghezza e/o larghezza entro le tolleranze dichiarate.

Per gli altri termini specifici dovuti alle lavorazioni, finiture, ecc., vedere la norma

UNI 9379.

I prodotti di cui sopra devono rispondere alle prescrizioni del progetto (dimensioni, tolleranze, aspetto, ecc.) ed a quanto prescritto nell'articolo prodotti di pietre naturali o ricostruite. In mancanza di tolleranze su disegni di progetto si intende che le lastre grezze contengono la dimensione nominale; le lastre finite, marmette, ecc. hanno tolleranza 1 mm sulla larghezza e lunghezza e 2 mm sullo spessore (per prodotti da incollare le tolleranze predette saranno ridotte).

Le lastre ed i quadrelli di marmo o di altre pietre dovranno inoltre rispondere al R.D. n. 2234 del 16 novembre 1939 per quanto attiene il coefficiente di usura al tribometro in mm.

Le forniture avverranno su pallets ed i prodotti saranno opportunamente legati ed eventualmente protetti dall'azione di sostanze sporcanti.

Il foglio informativo indicherà almeno le caratteristiche di cui sopra e le istruzioni per la movimentazione, sicurezza e posa.

#### I) Acciaio trafilato e laminato a caldo

L'acciaio dolce (ferro omogeneo), semiduro e duro in barre laminate a caldo per cemento armato dovrà essere privo di difetti di fusione e laminazione, senza screpolature, bruciature o altre soluzioni di continuità e rispondere alle norme vigenti, all'inizio della costruzione.

L'acciaio da cemento armato ordinario comprende:

- barre d'acciaio tipo B450C ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 50 \text{ mm}$ ), rotoli tipo B450C ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$ );
- prodotti raddrizzati ottenuti da rotoli con diametri  $\leq 16 \text{ mm}$  per il tipo B450C;
- reti elettrosaldate ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 12 \text{ mm}$ ) tipo B450C;
- tralicci elettrosaldati ( $6 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 12 \text{ mm}$ ) tipo B450C;

Ognuno di questi prodotti deve rispondere alle caratteristiche richieste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, D.M.14-09-2005, che specifica le caratteristiche tecniche che devono essere verificate, i metodi di prova, le condizioni di prova e il sistema per l'attestazione di conformità per gli acciai destinati alle costruzioni in cemento armato che ricadono sotto la Direttiva Prodotti CPD (89/106/CE).

L'acciaio deve essere qualificato all'origine, deve portare impresso, come prescritto dalle suddette norme, il marchio indelebile che lo renda costantemente riconoscibile e riconducibile inequivocabilmente allo stabilimento di produzione.

#### **Requisiti**

##### *Saldabilità e composizione chimica*

La composizione chimica deve essere in accordo con quanto specificato nella tabella seguente:

#### **Valori max di composizione chimica secondo D.M. 14/09/2005**

| <b>Tipo di Analisi</b> | <b>CARBONIO<sup>a</sup><br/>%</b> | <b>ZOLFO<br/>%</b> | <b>FOSFORO<br/>%</b> | <b>AZOTO<sup>b</sup><br/>%</b> | <b>RAME<br/>%</b> | <b>CARBONIO EQUIVALENTE<sup>a</sup><br/>%</b> |
|------------------------|-----------------------------------|--------------------|----------------------|--------------------------------|-------------------|---|
| Analisi su colata      | 0,22                              | 0,050              | 0,050                | 0,012                          | 0,80              | 0,50  |
| Analisi su prodotto    | 0,24                              | 0,055              | 0,055                | 0,014                          | 0,85              | 0,52  |

**a** = è permesso superare il valore massimo di carbonio per massa nel caso in cui il valore equivalente del carbonio venga diminuito dello 0,02% per massa.  
**b** = Sono permessi valori superiori di azoto se sono presenti quantità sufficienti di elementi che fissano l'azoto.

#### *Proprietà meccaniche*

Le proprietà meccaniche devono essere in accordo con quanto specificato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/09/2005).

#### **Proprietà meccaniche secondo il D.M. 14/09/2005**

| <b>Proprietà</b>                              | <b>Valore caratteristico</b>        |
|---|-------------------------------------|
| $f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )                    | ( 450 $\alpha$                      |
| $f_t$ (N/mm <sup>2</sup> )                    | $\geq 540 \beta$                    |
| $f_t/f_y$                                     | ( 1,13 $\beta$ $\leq$ 1,135 $\beta$ |
| Agt (%)                                       | $\geq 7,0 \beta$                    |
| $f_y/f_{y,nom}$                               | $\leq 1,25 \beta$                   |
| $\alpha$ valore caratteristico con $p = 0,95$ |                                     |
| $\beta$ valore caratteristico con $p = 0,90$  |                                     |

In aggiunta a quanto sopra riportato si possono richiedere le seguenti caratteristiche aggiuntive Tipo SISMIC.

### Proprietà aggiuntive

| Proprietà                                       | Requisito   |
|---|---|
| Resistenza a fatica assiale*                    | 2 milioni di cicli                                  |
| Resistenza a carico ciclico**                   | 3 cicli/sec (deformazione 1,5÷4 %)                  |
| Idoneità al raddrizzamento dopo piega           | Mantenimento delle proprietà meccaniche             |
| Controllo radiometrico                          | superato, ai sensi del D.Lgs. 230/95 D. Lgs. 241/00 |
| * = in campo elastico<br>** = in campo plastico |   |

### Prova di piega e raddrizzamento

In accordo con quanto specificato nel D.M. 14/09/2005, è richiesto il rispetto dei limiti seguenti.

### Diametri del mandrino ammessi per la prova di piega e raddrizzamento

| Diametro nominale (d) mm      | Diametro massimo del mandrino |
|-------------------------------|-------------------------------|
| $\varnothing < 12$            | 4d                            |
| $12 \leq \varnothing \leq 16$ | 5d                            |
| $16 < \varnothing \leq 25$    | 8 d                           |
| $25 < \varnothing \leq 50$    | 10 d                          |

### Resistenza a fatica in campo elastico

Le proprietà di resistenza a fatica garantiscono l'integrità dell'acciaio sottoposto a sollecitazioni ripetute nel tempo.

La proprietà di resistenza a fatica deve essere determinata secondo UNI EN 15630.

Il valore della tensione  $\sigma_{max}$  sarà 270 N/mm<sup>2</sup> (0,6  $f_{y,nom}$ ). L'intervallo delle tensioni,  $2\sigma$  deve essere pari a 150 N/mm<sup>2</sup> per le barre dritte o ottenute da rotolo e 100 N/mm<sup>2</sup> per le reti elettrosaldate. Il campione deve sopportare un numero di cicli pari a  $2 \times 10^6$ .

### Resistenza a carico ciclico in campo plastico

Le proprietà di resistenza a carico ciclico garantiscono l'integrità dell'acciaio sottoposto a sollecitazioni particolarmente gravose o eventi straordinari (es. urti, sisma etc.).

La proprietà di resistenza al carico ciclico deve essere determinata sottoponendo il campione a tre cicli completi di isteresi simmetrica con una frequenza da 1 a 3 Hz e con lunghezza libera entro gli afferraggi e con deformazione massima di trazione e compressione seguente:

### Prova carico ciclico in relazione al diametro

| Diametro nominale (mm) | Lunghezza libera | Deformazione (%) |
|------------------------|------------------|------------------|
| $d \leq 16$            | 5 d              | $\pm 4$          |
| $16 < 25$              | 10 d             | $\pm 2,5$        |
| $25 \leq d$            | 15 d             | $\pm 1,5$        |

La prova è superata se non avviene la rottura totale o parziale del campione causata da fessurazioni sulla sezione trasversale visibili ad occhio nudo.

#### *Diametri e sezioni equivalenti*

Il valore del diametro nominale deve essere concordato all'atto dell'ordine. Le tolleranze devono essere in accordo con il D.M. 14/09/2005.

#### **Diametri nominali e tolleranze**

| <b>Diametro nominale (mm)</b> | Da 6 a $\leq 8$ | Da $> 8$ a $\leq 50$ |
|-------------------------------|-----------------|----------------------|
| Tolleranza in % sulla sezione | $\pm 6$         | $\pm 4,5$            |

#### *Aderenza e geometria superficiale*

I prodotti devono avere una superficie nervata in accordo con il D.M. 14/09/2005. L'indice di aderenza Ir deve essere misurato in accordo a quanto riportato nel paragrafo 11.2.2.10.4 del D.M. 14/09/2005. I prodotti devono aver superato le prove di Beam Test effettuate presso un Laboratorio Ufficiale (Legge 1086).

#### **Valori dell'indice Ir in funzione del diametro**

| <b>Diametro nominale (mm)</b> | <b>Ir</b>    |
|-------------------------------|--------------|
| $5 \leq \varnothing \leq 6$   | $\geq 0.048$ |
| $6 < \varnothing \leq 8$      | $\geq 0.055$ |
| $8 < \varnothing \leq 12$     | $\geq 0.060$ |
| $\varnothing > 12$            | $\geq 0.065$ |

#### *Controlli sull'acciaio*

##### *Controllo della documentazione*

In cantiere è ammessa esclusivamente la fornitura e l'impiego di acciai B450C saldabili e ad aderenza migliorata, qualificati secondo le procedure indicate nel D.M. 14/09/2005 al punto 11.2.1 e controllati con le modalità riportate nei punti 11.2.2.10 e 11.2.3.5 del citato decreto.

Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dell'“Attestato di Qualificazione” rilasciato dal Consiglio Superiore dei LL.PP. - Servizio Tecnico Centrale.

Per i prodotti provenienti dai Centri di trasformazione è necessaria la documentazione che assicuri che le lavorazioni effettuate non hanno alterato le caratteristiche meccaniche e geometriche dei prodotti previste dal D.M. 14/09/2005.

Inoltre può essere richiesta la seguente documentazione aggiuntiva :

- certificato di collaudo tipo 3.1 in conformità alla norma UNI EN 10204;
- certificato Sistema Gestione Qualità UNI EN ISO 9001;
- certificato Sistema Gestione Ambientale UNI EN ISO 14001;
- dichiarazione di conformità al controllo radiometrico (può essere inserito nel certificato di collaudo tipo 3.1);
- polizza assicurativa per danni derivanti dal prodotto.

Le forniture effettuate da un commerciante o da un trasformatore intermedio dovranno essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante o trasformatore intermedio. In quest'ultimo caso per gli elementi presaldati, presagomati o preassemblati in aggiunta agli “Attestati di Qualificazione” dovranno essere consegnati i certificati delle prove fatte eseguire dal Direttore del Centro di Trasformazione. Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile il centro di trasformazione stesso, in aggiunta alla marcatura del

prodotto di origine.

Il Direttore dei Lavori prima della messa in opera è tenuto a verificare quanto sopra indicato; in particolare dovrà provvedere a verificare la rispondenza tra la marcatura riportata sull'acciaio con quella riportata sui certificati consegnati. La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile e pertanto le forniture dovranno essere rifiutate.

#### *Controllo di accettazione*

Il Direttore dei Lavori è obbligato ad eseguire i controlli di accettazione sull'acciaio consegnato in cantiere, in conformità con le indicazioni contenute nel D.M. 14/09/2005 al punto 11.2.2.10.3.

Il campionamento ed il controllo di accettazione dovrà essere effettuato entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale.

All'interno di ciascuna fornitura consegnata e per ogni diametro delle barre in essa contenuta, si dovrà procedere al campionamento di tre spezzoni di acciaio di lunghezza complessiva pari a 100 cm ciascuno, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi agli altri diametri delle forniture presenti in cantiere.

Non saranno accettati fasci di acciaio contenenti barre di differente marcatura.

Il prelievo dei campioni in cantiere e la consegna al Laboratorio Ufficiale incaricato dei controlli verrà effettuato dal Direttore dei Lavori o da un tecnico da lui delegato; la consegna delle barre di acciaio campionate, identificate mediante sigle o etichettature indelebili, dovrà essere accompagnata da una richiesta di prove sottoscritta dal Direttore dei Lavori.

La domanda di prove al Laboratorio Ufficiale dovrà essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori e dovrà inoltre contenere precise indicazioni sulla tipologia di opera da realizzare (pilastro, trave, muro di sostegno, fondazioni, strutture in elevazione ecc...).

Il controllo del materiale, eseguito in conformità alle prescrizioni del punto 11.2.2.3 di cui al precedente Decreto, riguarderà le proprietà meccaniche di resistenza e di allungamento.

#### **Valori limite per prove acciaio**

| <b>Caratteristica</b>            | <b>Valore Limite</b>                         | <b>Note</b>                               |
|----------------------------------|--|---|
| <i>f<sub>y</sub> minimo</i>      | 425 N/mm <sup>2</sup>                        | <i>(450 - 25) N/mm<sup>2</sup></i>        |
| <i>f<sub>y</sub> massimo</i>     | 572 N/mm <sup>2</sup>                        | <i>[450x(1.25+0.02)] N/mm<sup>2</sup></i> |
| <i>Agt minimo</i>                | ≥ 5.0%                                       | <i>Per acciai laminati a caldo</i>        |
| <i>Rottura/snervamento</i>       | 1.11 < f <sub>t</sub> /f <sub>y</sub> < 1.37 | <i>Per acciai laminati a caldo</i>        |
| <i>Piegamento/raddrizzamento</i> | assenza di cricche                           | <i>Per tutti</i>                          |

Qualora la determinazione del valore di una quantità fissata in termini di valore caratteristico crei una controversia, il valore dovrà essere verificato prelevando e provando tre provini da prodotti diversi nel lotto consegnato.

Se un risultato è minore del valore caratteristico prescritto, sia il provino che il metodo di prova devono essere esaminati attentamente. Se nel provino è presente un difetto o si ha ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, il risultato della prova stessa deve essere ignorato. In questo caso occorrerà prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se i tre risultati validi della prova sono maggiori o uguali del prescritto valore caratteristico, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, dieci ulteriori provini devono

essere prelevati da prodotti diversi del lotto in presenza del produttore o suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove presso un laboratorio di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato. In caso contrario il lotto deve essere respinto.

Qualora all'interno della fornitura siano contenute anche reti elettrosaldate, il controllo di accettazione dovrà essere esteso anche a questi elementi. In particolare, a partire da tre differenti reti elettrosaldate verranno prelevati 3 campioni di dimensioni 100\*100 cm.

Il controllo di accettazione riguarderà la prova di trazione su uno spezzone di filo comprendente almeno un nodo saldato, per la determinazione della tensione di rottura, della tensione di snervamento e dell'allungamento; inoltre, dovrà essere effettuata la prova di resistenza al distacco offerta dalla saldatura del nodo.

I controlli in cantiere sono facoltativi quando il prodotto utilizzato proviene da un Centro di trasformazione o luogo di lavorazione delle barre, nel quale sono stati effettuati tutti i controlli descritti in precedenza. In quest'ultimo caso, la spedizione del materiale deve essere accompagnata dalla certificazione attestante l'esecuzione delle prove di cui sopra.

Resta nella discrezionalità del Direttore dei Lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (es. indice di aderenza, saldabilità).

#### *Lavorazioni in cantiere - Raggi minimi di curvatura*

Il diametro minimo di piegatura deve essere tale da evitare fessure nella barra dovute alla piegatura e rottura del calcestruzzo nell'interno della piegatura.

Per definire i valori minimi da adottare ci si riferisce alle prescrizioni contenute nell'Eurocodice 2 paragrafo 8.3 "Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate"; in particolare si ha:

#### **Diametri ammissibili dei mandrini per barre piegate**

| <b>Diametro barra</b>        | <b>Diametro minimo del mandrino per piegature, uncini e ganci</b> |
|------------------------------|---|
| $\varphi \leq 16 \text{ mm}$ | 4 $\varphi$   |
| $\varphi > 16 \text{ mm}$    | 7 $\varphi$   |

#### *Deposito e conservazione in cantiere*

Alla consegna in cantiere, l'Impresa appaltatrice avrà cura di depositare l'acciaio in luoghi protetti dagli agenti atmosferici. In particolare, per quei cantieri posti ad una distanza inferiore a 2 Km dal mare, le barre di armatura dovranno essere protette con appositi teli dall'azione dell'aerosol marino.

#### **m) Legnami**

I legnami di qualunque specie da impiegarsi in opere stabili devono essere provvisti dalla più scelta qualità della categoria prescritta, diritti, sani, di fibra pure diritta e compatta, senza nodi o gruppi viziosi, scevri di fradiciume, fenditure e di qualunque altro difetto nocivo alla esecuzione, alla resistenza e durata delle opere.

I legnami devono essere atterrati nella stagione più propizia a norma della loro essenza, tagliati almeno da un anno, salvo quelli destinati ad opere di fondazione, che a seconda della loro specie e delle circostanze possono essere di taglio più recente: i legnami per i pali di fondazione debbono essere di fresco taglio.

I legnami destinati alla costruzione dei serramenti, dei pavimenti ed altre simili opere minute o di finimento, devono avere per lo meno tre anni di sega.

Il tavolame deve essere ricavato dalle travi più dritte affinché le fibre non

riescano tagliate dalla segatura e non si ritirino nelle connessioni.

I legnami rotondi devono essere scortecciati per tutta la loro lunghezza e conguagliati alla superficie recidendone i nodi, la differenza tra i diametri delle estremità non deve oltrepassare i 15 millesimi della loro lunghezza, né il quarto del maggiore dei due diametri.

Nei legnami grossamente squadrati od a spigolo smussato, l'alburno in misura non maggiore di un sesto del lato della sezione trasversale.

I legnami a spigolo vivo devono essere lavorati e squadrati a sega con diverse facce esattamente spianate e senza rientranze o risalti e con spigoli tirati a filo vivo, senza alburno, né smussi di sorta, neppure minimi.

Per le altre caratteristiche valgono le «Norme per l'accettazione dei legnami» approvate con D.M. 30.12.1912 e le norme UNI vigenti.

#### *n) Idrofughi*

Gli idrofughi da aggiungere alle malte, dovranno dare agli intonaci una efficiente e dura idrorepellenza che, pur respingendo l'acqua, mantenga agli intonaci la loro porosità; non dovranno avere nessuna influenza sulle qualità meccaniche e sul tempo di presa delle malte, né dovranno modificare l'aspetto ed il colore degli intonaci; dovranno essere appropriati alle qualità di malta cui andranno addizionati.

Nell'uso degli idrofughi dovranno essere rispettati i suggerimenti di applicazione indicati dalle rispettive Ditte produttrici.

La marca e la qualità degli idrofughi dovranno essere preventivamente comunicate per iscritto al Direttore dei Lavori, allegando le note esplicative fornite dalla ditta produttrice.

Al Direttore dei Lavori è riservata la facoltà di approvare o meno il tipo di idrofugo da impiegare, restando però all'Appaltatore stesso la responsabilità della eventuale non idoneità dell'idrofugo agli usi cui è destinato e della perfetta riuscita del lavoro sotto ogni riguardo.

L'idrofugo dovrà pervenire in cantiere in recipienti o confezioni originali e con l'indicazione della qualità, della marca e della Ditta produttrice.

I recipienti o le confezioni dovranno essere aperti solamente al momento dell'impiego del materiale, pertanto è vietato l'impiego di materiale contenuto in recipienti o confezioni comunque manomessi; questi recipienti o confezioni dovranno essere allontanati subito dal cantiere.

#### *o) Le caratteristiche e le modalità di impiego nei conglomerati cementizi armati degli acciai ad aderenza migliorata dovranno comunque rispondere ai disposti della legge 05.11.1971 n. 1086 e del 26.03.1980 e successive modifiche ed integrazioni.*

### **Art. 9 Caratteristiche del Calcestruzzo allo stato fresco ed indurito**

#### *Le classi di resistenza*

Si fa riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/09/2005. In particolare, relativamente alla resistenza caratteristica convenzionale a compressione il calcestruzzo verrà individuato mediante la simbologia C (X/Y) dove X è la resistenza caratteristica a compressione misurata su provini cilindrici (fck) con rapporto altezza/diametro pari a 2 ed Y è la resistenza caratteristica a compressione valutata su provini cubici di lato 150 mm (Rck).

#### *Reologia degli impasti e granulometria degli aggregati*

Per il confezionamento del calcestruzzo dovranno essere impiegati aggregati appartenenti a non meno di due classi granulometriche diverse. La percentuale di impiego di ogni singola classe granulometrica verrà stabilita dal produttore con l'obiettivo di conseguire i requisiti di lavorabilità e di resistenza alla segregazione di cui ai paragrafi 2.4 e 2.5 che seguono. La curva granulometrica ottenuta dalla

combinazione degli aggregati disponibili, inoltre, sarà quella capace di soddisfare le esigenze di posa in opera richieste dall'impresa (ad esempio, pompabilità), e quelle di resistenza meccanica a compressione e di durabilità richieste per il conglomerato.

La dimensione massima dell'aggregato dovrà essere non maggiore di  $\frac{1}{4}$  della sezione minima dell'elemento da realizzare, dell'interferro ridotto di 5 mm, dello spessore del copriferro aumentato del 30% (in accordo anche con quanto stabilito dagli Eurocodici).

#### *Rapporto acqua/cemento*

Il quantitativo di acqua efficace da prendere in considerazione nel calcolo del rapporto a/c equivalente è quello realmente a disposizione dell'impasto, dato dalla somma di:

(aaggr) => quantitativo di acqua ceduto o sottratto dall'aggregato se caratterizzato rispettivamente da un tenore di umidità maggiore o minore dell'assorbimento (tenore di umidità che individua la condizione di saturo a superficie asciutta);

(aadd) => aliquota di acqua introdotta tramite gli additivi liquidi (se utilizzati in misura superiore a 3 l/m<sup>3</sup>) o le aggiunte minerali in forma di slurry;

(agh) => aliquota di acqua introdotta tramite l'utilizzo di chips di ghiaccio;

(am) => aliquota di acqua introdotta nel mescolatore/betoniera;

ottenendo la formula:

$$a_{eff} = a_m + a_{agg} + a_{add} + a_{gh}$$

Il rapporto acqua/cemento sarà quindi da considerarsi come un rapporto acqua/cemento equivalente individuato dall'espressione più generale:

$$\left(\frac{a}{c}\right)_{eq} = \frac{a_{eff}}{(c + K_{cv} * cv + K_{fs} * fs)}$$

nella quale vengono considerate le eventuali aggiunte di ceneri volanti o fumi di silice all'impasto nell'impianto di betonaggio.

I termini utilizzati sono:

c => dosaggio per m<sup>3</sup> di impasto di cemento;

cv => dosaggio per m<sup>3</sup> di impasto di cenere volante;

fs => dosaggio per m<sup>3</sup> di impasto di fumo di silice;

Kcv ; Kfs => coefficienti di equivalenza rispettivamente della cenere volante e del fumo di silice desunti dalla norma UNI-EN 206-1 ed UNI 11104 (vedi paragrafi 2.2.1 e 2.2.2).

#### *Lavorabilità*

Il produttore del calcestruzzo dovrà adottare tutti gli accorgimenti in termini di ingredienti e di composizione dell'impasto per garantire che il calcestruzzo possieda al momento della consegna del calcestruzzo in cantiere la lavorabilità prescritta e riportata per ogni specifico conglomerato nella tab. 2.1.

Salvo diverse specifiche e/o accordi con il produttore del conglomerato la lavorabilità al momento del getto verrà controllata all'atto del prelievo dei campioni per i controlli d'accettazione della resistenza caratteristica convenzionale a compressione secondo le indicazioni riportate sulle Norme Tecniche sulle Costruzioni. La misura della lavorabilità verrà condotta in accordo alla UNI-EN 206-1 dopo aver proceduto a scaricare dalla betoniera almeno 0.3 mc di calcestruzzo. In accordo con le specifiche di capitolato la misura della lavorabilità potrà essere effettuata mediante differenti metodologie. In particolare la lavorabilità del calcestruzzo può essere definita mediante:

- Il valore dell'abbassamento al cono di Abrams (UNI-EN 12350-2) che definisce la

- classe di consistenza o uno slump di riferimento oggetto di specifica;
- la misura del diametro di spandimento alla tavola a scosse (UNI-EN 12350-5).

Salvo strutture da realizzarsi con particolari procedimenti di posa in opera (pavimentazioni a casseri scorrevoli, manufatti estrusi, etc.) o caratterizzate da geometrie particolari (ad esempio, travi di tetti a falde molto inclinate) non potranno essere utilizzati calcestruzzi con classe di consistenza inferiore ad S4/F4.

Sarà cura del fornitore garantire in ogni situazione la classe di consistenza prescritta per le diverse miscele tenendo conto che sono assolutamente proibite le aggiunte di acqua in betoniera al momento del getto dopo l'inizio dello scarico del calcestruzzo dall'autobetoniera. La classe di consistenza prescritta verrà garantita per un intervallo di tempo di 20-30 minuti dall'arrivo della betoniera in cantiere. Trascorso questo tempo sarà l'impresa esecutrice responsabile della eventuale minore lavorabilità rispetto a quella prescritta. Il calcestruzzo con la lavorabilità inferiore a quella prescritta potrà essere a discrezione della D.L. :

- respinto (l'onere della fornitura in tal caso spetta all'impresa esecutrice);
- accettato se esistono le condizioni, in relazione alla difficoltà di esecuzione del getto, per poter conseguire un completo riempimento dei casseri ed una completa compattazione.

Il tempo massimo consentito dalla produzione dell'impasto in impianto al momento del getto non dovrà superare i 90 minuti e sarà onere del produttore riportare nel documento di trasporto l'orario effettivo di fine carico della betoniera in impianto. Si potrà operare in deroga a questa prescrizione in casi eccezionali quando i tempi di trasporto del calcestruzzo dalla Centrale di betonaggio al cantiere dovessero risultare superiori ai 75 minuti. In questa evenienza si potrà utilizzare il conglomerato fino a 120 minuti dalla miscelazione dello stesso in impianto purché lo stesso possieda i requisiti di lavorabilità prescritti. Inoltre, in questa evenienza dovrà essere accertato preliminarmente dal produttore e valutato dalla D.L. che le resistenze iniziali del conglomerato cementizio non siano penalizzate a causa di dosaggi elevati di additivi ritardanti impiegati per la riduzione della perdita di lavorabilità.

#### *Acqua di bleeding*

L'essudamento di acqua dovrà risultare non superiore allo 0,1% in conformità alla norma UNI 7122.

#### *Contenuto d'aria*

Contestualmente alla misura della lavorabilità del conglomerato (con frequenza diversa da stabilirsi con il fornitore del conglomerato) dovrà essere determinato il contenuto di aria nel calcestruzzo in accordo alla procedura descritta alla norma UNI EN 12350-7 basata sull'impiego del porosimetro. Il contenuto di aria in ogni miscela prodotta dovrà essere conforme a quanto indicato nella tabella 3.1 (in funzione del diametro massimo dell'aggregato e dell'eventuale esposizione alla classe XF: strutture soggette a cicli di gelo/disgelo in presenza o meno di sali disgelanti).

#### *Prescrizioni per la durabilità*

Ogni calcestruzzo dovrà soddisfare i seguenti requisiti di durabilità in accordo con quanto richiesto dalle norme UNI 11104 e UNI EN 206 -1 e dalle Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale in base alla classe (alle classi) di esposizione ambientale della struttura cui il calcestruzzo è destinato:

- rapporto (a/c)max;
- classe di resistenza caratteristica a compressione minima;
- classe di consistenza;
- aria inglobata o aggiunta (solo per le classi di esposizione XF2, XF3, XF4);
- contenuto minimo di cemento;
- tipo di cemento (se necessario);
- classe di contenuto di cloruri calcestruzzo;

- D.max dell'aggregato;
- copriferro minimo.

Tipi di conglomerato cementizio

Sarà compilata una tabella sull'esempio di quella sottostante, contenente i vari tipi di conglomerato impiegati, le loro caratteristiche prestazionali e la loro destinazione.

**Fac-simile di tabella da utilizzare per la classificazione dei diversi tipi di calcestruzzo.**

|                  |                  | (UNI 11104-prosp.1)           | (UNI 11104-prosp. 4)      |                  |   |  |                     |                                |                                    |                     |
|------------------|------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------|---|--|---------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------------|
| T<br>I<br>P<br>O | Campi di impiego | Classi esposizione ambientale | Classe resistenza C (X/Y) | Rapporto a/c max | Contenuto minimo di cemento kg/m <sup>3</sup> | Contenuto di aria (solo per classi XF2, XF3 e XF4) | D <sub>MAX</sub> mm | Classe di consistenza al getto | Tipo di cemento-solo se necessario | Copriferro nominale |
|                  |                  |                               |                           |                  |   |  |                     |                                |                                    |                     |
|                  |                  |                               |                           |                  |   |  |                     |                                |                                    |                     |
|                  |                  |                               |                           |                  |   |  |                     |                                |                                    |                     |
|                  |                  |                               |                           |                  |   |  |                     |                                |                                    |                     |

Le miscele, se prodotte con un processo industrializzato, di cui meglio si specifica nel paragrafo successivo, non necessitano di alcuna qualifica preliminare che si richiede invece per conglomerati prodotti senza processo industrializzato.

#### **Art. 10 Prova dei materiali da costruzione**

Gli accertamenti di laboratorio e le verifiche tecniche obbligatorie, ovvero specificamente previsti dal presente capitolato speciale d'appalto, sono disposti dalla direzione dei lavori, imputando la spesa a carico delle somme a disposizione accantonate a tale titolo nel quadro economico dei lavori in appalto. Per le stesse prove la direzione dei lavori provvederà al prelievo del relativo campione ed alla redazione di apposito verbale di prelievo redatto alla presenza dell'impresa; la certificazione effettuata dal laboratorio prove materiali riporterà espresso riferimento a tale verbale.

La direzione dei lavori potrà disporre ulteriori prove ed analisi ancorché non prescritte dal presente capitolato speciale d'appalto ma ritenute necessarie per stabilire l'idoneità dei materiali o dei componenti. Le relative spese saranno poste a carico dell'appaltatore.

Per le opere strutturali le verifiche tecniche dovranno essere condotte in applicazione delle norme tecniche emanate con D.M 14 settembre 2005.

## **Art. 11 Muratura a secco e riempimento di pietrame a secco e vespai**

I muri a secco devono eseguirsi con pietre il più possibile di forma regolare, collegate nel miglior modo fra loro rinzeppandone i vani con scaglie conficcate con il martello, e scegliendo per le facce viste e specialmente per coronamento le pietre di maggiori dimensioni con rientranza non minore di cm 30. Il parametro delle facce viste deve essere eseguito a superficie regolare secondo le forme prescritte, cercando di limitare, il più possibile, i vani fra le pietre, e riempiendo i vani stessi con le scaglie battute con il martello.

I riempimenti di pietrame a secco per le fognature, banchettoni di consolidamento e simili devono essere formati con pietre da collocarsi in opera ad una ad una, sistemandole a mano.

I vespai, sottoplatee, pavimenti e simili devono essere costruiti con pietrame a secco assestato a mano in mutuo contrasto, i cui vuoti devono essere in comunicazione con l'esterno attraverso fori nei muri perimetrali.

## **Art. 12 Composizione delle malte**

La malta da muratura deve garantire prestazioni adeguate al suo impiego in termini di durabilità e di prestazioni meccaniche e deve essere dotata di attestato di conformità all'annesso ZA della norma europea EN 998-2 (Marcatura CE).

Il fabbricante di malta dichiara, nelle forme previste, le caratteristiche tecniche di cui al prospetto ZA.I a) dell'appendice ZA della parte armonizzata della norma europea EN 998-2.

Il sistema di attestazione della conformità delle malte, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993 è indicato nella seguente Tabella

| <b>Specifica Tecnica Europea di riferimento</b> | <b>Uso Previsto</b> | <b>Sistema di Attestazione</b> |
|---|---------------------|--------------------------------|
| Malta per murature                              | Usi strutturali     | 2+                             |
| UNI EN 998-2                                    | Uso non             | 4                              |

Il Sistema 2+ (certificazione del controllo di produzione in fabbrica) è quello specificato all'art. 7, comma 1 lettera B, Procedura 1 del D.P.R. n. 246/1993, comprensiva della sorveglianza, giudizio ed approvazione permanenti del controllo di produzione in fabbrica.

Il Sistema 4 (autodichiarazione del produttore) è quello specificato all'art. 7, comma 1, lettera B, Procedura 3, del D.P.R. n. 246/1993

Per garantire durabilità è necessario che i componenti la miscela non contengano sostanze organiche o grassi o terrose o argillose. Le calci aeree e le pozzolane devono possedere le caratteristiche tecniche ed i requisiti previsti dalle vigenti norme (regii decreti 16 novembre 1939, n. 2231 e n. 2230; legge 26 maggio 1965, n. 595, D.M. 14 gennaio 1966, D.M. 3 giugno 1968, D.M. 31 agosto 1972 e successive integrazioni o modificazioni).

Le prestazioni meccaniche di una malta sono definite mediante la sua resistenza media a compressione fm. La categoria di una malta è definita da una sigla costituita dalla lettera M seguita da un numero che indica la resistenza fm espressa in N/mm<sup>2</sup> secondo la Tabella che segue. Non è ammesso l'impiego di malte con resistenza fm ≤ 1 N/mm<sup>2</sup>.

### **Classi di malte**

| <b>Classe</b>             | <b>M2,5</b> | <b>M5</b> | <b>M10</b> | <b>M15</b> | <b>M20</b> | <b>Md</b> |
|---------------------------|-------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|
| Resistenza a compressione | 2.5         | 5         | 10         | 15         | 20         | d         |

|                   |  |  |  |  |  |  |
|-------------------|--|--|--|--|--|--|
| N/mm <sup>2</sup> |  |  |  |  |  |  |
|-------------------|--|--|--|--|--|--|

d è una resistenza a compressione maggiore di 25 N/mm<sup>2</sup> dichiarata dal produttore.

#### *Malte tradizionali*

L'acqua per gli impasti deve essere limpida, priva di sostanze organiche o grassi, non deve essere aggressiva nè contenere solfati o cloruri in percentuale dannosa.

La sabbia da impiegare per il confezionamento delle malte deve essere priva di sostanze organiche, terrose o argillose.

Le calce aeree, le pozzolane ed i leganti idraulici devono possedere le caratteristiche tecniche ed i requisiti previsti dalle vigenti norme: R.D. 16 novembre 1939, n. 2230 e R.D. n. 2231; legge 26 maggio 1965, n. 595, D.M. 14 gennaio 1966, D.M. 3 giugno 1968, D.M. 3 agosto 1972 .

Le modalità per la determinazione della resistenza a compressione delle malte sono riportate nel D.M. 3 giugno 1968 così come modificato dal D.M. 13 settembre 1993.

I tipi di malta e le loro classi sono definite in rapporto alla composizione in volume secondo le seguenti tabelle:

#### **Classe e tipi di malta (D.M. 20 novembre 1987)**

| Classe | Tipo di malta | Composizione |             |                 |        |           |
|--------|---------------|--------------|-------------|-----------------|--------|-----------|
|        |               | Cemento      | Calce aerea | Calce idraulica | Sabbia | Pozzolana |
| M4     | Idraulica     | -            | -           | 1               | 3      | -         |
| M4     | Pozzolonica   | -            | 1           | -               | -      | 3         |
| M4     | Bastarda      | 1            | -           | 2               | 9      | -         |
| M3     | Bastarda      | 1            | -           | 1               | 5      | -         |
| M2     | Cementizia    | 1            | -           | 0,5             | 4      | -         |
| M1     | Cementizia    | 1            | -           | -               | 3      | -         |

#### **Rapporti di miscela delle malte (AITEC)**

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

Alla malta cementizia si può aggiungere una piccola quantità di calce aerea con funzione plastificante.

Malte di diverse proporzioni nella composizione confezionate anche con additivi, preventivamente sperimentate, possono essere ritenute equivalenti a quelle indicate qualora la loro resistenza media a compressione risulti non inferiore ai valori seguenti:

12 N/mm<sup>2</sup> per l'equivalenza alla malta M1  
8 N/mm<sup>2</sup> per l'equivalenza alla malta M2  
5 N/mm<sup>2</sup> per l'equivalenza alla malta M3  
2,5 N/mm<sup>2</sup> per l'equivalenza alla malta M4

### *Malte premiscelate*

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

Ove il tipo di malta non rientri tra quelli appresso indicati il fornitore dovrà certificare con prove ufficiali anche le caratteristiche di resistenza della malta stessa.

### *Malte speciali*

Le malte speciali a base cementizia (espansive, autoportanti, antiritiro, ecc.) composte da cementi ad alta resistenza, inerti, silice, additivi, da impiegarsi nei ripristini di elementi strutturali in c.a., impermeabilizzazioni, iniezioni armate, devono possedere le caratteristiche indicate nel progetto esecutivo, in caso di applicazione di prodotti equivalenti gli stessi devono essere accettati ed autorizzati dalla direzione dei lavori.

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

### *Metodi di prova delle malte cementizie*

Sulle malte cementizie la direzione dei lavori può fare eseguire le seguenti prove:  
UNI 7044 - Determinazione della consistenza delle malte cementizie mediante l'impiego di tavola a scosse;  
UNI EN 1015-1 - Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della distribuzione granulometrica (mediante stacciatura);  
UNI EN 1015-2 - Metodi di prova per malte per opere murarie. Campionamento globale e preparazione delle malte di prova;  
UNI EN 1015-3 - Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della consistenza della malta fresca (mediante tavola a scosse);  
UNI EN 1015-4 - Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della consistenza della malta fresca (mediante penetrazione della sonda);  
UNI EN 1015-6 - Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della massa volumica apparente della malta fresca;  
UNI EN 1015-7 - Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione del contenuto d'aria della malta fresca;  
UNI EN 1015-19 - Metodi di prova per malte per opere murarie. Determinazione della permeabilità al vapore d'acqua delle malte da intonaco indurite;  
UNI ENV 1170-8 - Malte e paste di cemento rinforzate con fibre di vetro (GRC). Prova mediante cicli climatici.

### **Art. 13 Murature di pietrame con malta**

Le murature di pietrame con malta, sia in fondazione che in elevazione, saranno eseguite con scapoli di pietrame delle maggiori dimensioni consentite dagli spessori delle masse murarie, spianati grossolanamente nei piani di posa e allettati con malta.

Le pietre diligentemente pulite saranno poste in opera a mano, seguendo le migliori regole dell'arte e facendo progredire la muratura a strati orizzontali di conveniente altezza concatenati nel senso dello spessore del muro ed evitando la corrispondenza delle connessure tra due corsi consecutivi.

Gli spazi vuoti che vengono a formarsi per la irregolarità delle pietre saranno riempiti con piccole pietre che non si tocchino mai a secco ne lascino spazi vuoti, colmando con malta tutti gli interstizi.

Nelle murature senza speciale paramento si impiegheranno per le facce viste le pietre di maggiori dimensioni, con le facce esterne rese piane e regolari in modo da costruire un paramento rustico di faccia vista e si disporranno negli angoli le pietre più grosse e regolari.

Quando la muratura debba avere un rivestimento esterno, il nucleo della muratura dovrà risultare, con opportuni accorgimenti, perfettamente concatenato con il detto rivestimento nonostante la diversità dei materiali.

Per la faccia vista della muratura di pietrame potrà essere prescritta l'esecuzione della lavorazione ad opera incerta o mosaico greggio.

In tal caso il pietrame, scelto diligentemente, in dimensioni mai minori di cm 25, dovrà essere sbizzato sulla faccia vista dei singoli pezzi con il martello in modo da rendere la superficie approssimativamente piana ed a figura poligonale, facendo combaciare le pietre tra loro regolarmente, senza interposizioni di scaglie, e curando che alla prova del regolo le murature non presentino rientranze o sporgenze maggiori di mm 25.

In tutte le specie di paramenti la stuccatura delle connessure dovrà essere fatta con nuova malta previa raschiatura e pulitura delle stesse curando che questa penetri bene all'interno, comprimendola e lisciandola con apposito ferro in modo che il contorno dei conci sul paramento, a lavoro finito, si disegni nettamente e senza sbavature.

### **Art. 14 Muratura di mattoni**

Per le murature di mattoni questi dovranno, prima del loro impiego, essere immersi completamente in acqua in modo da essere saturati. Saranno quindi messi in opera in corsi ben regolari e con la disposizione più propria al migliore collegamento del muro.

Le connessure di malta non dovranno essere maggiori di cm 1 ne minori di cm 0,5.

Le pareti ad una testa o in foglio verranno eseguite con mattoni pieni e forati esclusi i rottami e gli elementi incompleti o retti agli spigoli.

Qualora venga ordinato, dovranno essere introdotte nella costruzione intelaiature in legno e metalliche attorno ai vani delle porte, così da fissare successivamente i serramenti al telaio anziché alle pareti; analogamente potrà essere disposto un telaio di rifinitura al controllo delle pareti ad una testa o in foglio, quando esse non arrivino ad un solaio o ad un'altra parete.

Quando invece le predette pareti si devono spingere fin sotto un solaio o altre strutture, la chiusura dell'ultimo corso dovrà essere accuratamente serrata, dopo congruo tempo, con mattoni e malta cementizia, e se necessario con aggiunta di scaglie.

## Art. 15 Verifica sperimentale dei parametri meccanici della muratura

### Resistenza a compressione

La resistenza caratteristica sperimentale a compressione si determina su  $n$  muretti ( $n \geq 6$ ), seguendo sia per la confezione che per la prova le modalità indicate qui di seguito.

I provini (muretti) devono avere le stesse caratteristiche della muratura in esame e ognuno di essi deve essere costituito almeno da tre corsi di elementi resistenti e deve rispettare le seguenti limitazioni:

- lunghezza ( $b$ ) pari ad almeno due lunghezze di blocco;
- rapporto altezza/spessore ( $l/t$ ) variabile tra 2.4 e 5.

La confezione è eseguita su di un letto di malta alla base e la faccia superiore è finita con uno strato di malta. Dopo una stagionatura di 28 giorni a 20 °C, 70% di umidità relativa, prima di effettuare la prova, la faccia superiore di ogni provino viene eventualmente livellata con gesso; il muretto può anche essere contenuto fra due piastre metalliche rettificate, utili per gli spostamenti ed il suo posizionamento nella pressa.

Il provino viene posto fra i piatti della macchina di prova (uno dei quali articolato) e si effettua quindi la centratura del carico. In proposito è consigliabile procedere anche ad un controllo estensimetrico. Il carico deve essere applicato con una velocità di circa 0.5 MPa ogni 20 secondi.

La resistenza caratteristica è data dalla relazione:

$f_k = f_m - k s$  dove:

$f_m$  = resistenza media;

$s$  = stima dello scarto;

$k$  = coefficiente riportato nella tabella seguente:

|     |      |      |     |      |      |
|-----|------|------|-----|------|------|
| $n$ | 6    | 8    | 10  | 12   | 20   |
| $k$ | 2.33 | 2.19 | 2.1 | 2.05 | 1.93 |

La determinazione della resistenza caratteristica deve essere completata con la verifica dei materiali, da condursi come segue:

- malta: n. 3 provini prismatici 40 x 40 x 160 mm da sottoporre a flessione, e quindi a compressione sulle 6 metà risultanti, secondo EN 998-2;
- elementi resistenti: n. 10 elementi da sottoporre a compressione con direzione del carico normale al letto di posa.

### Stima della resistenza a compressione

In sede di progetto, per le murature formate da elementi artificiali pieni o semipieni il valore di  $f_k$  può essere dedotto dalla resistenza a compressione degli elementi e dalla classe di appartenenza della malta tramite la tabella sottostante.

La validità di tale tabella è limitata a quelle murature aventi giunti orizzontali e verticali riempiti di malta e di spessore compreso tra 5 e 15 mm.

Per valori non contemplati in tabella è ammessa l'interpolazione lineare; in nessun caso sono ammesse estrapolazioni.

### Valori della $f_k$ per murature in elementi artificiali pieni e semipieni

| Resistenza caratteristica a compressione $f_{bk}$ dell'elemento N/mm <sup>2</sup> | Tipo di malta |     |     |      |
|---|---------------|-----|-----|------|
|   | M15           | M10 | M5  | M2.5 |
| 2.0   | 1.2           | 1.2 | 1.2 | 1.2  |
| 3.0   | 2.2           | 2.2 | 2.2 | 2.0  |
| 5.0   | 3.5           | 3.4 | 3.3 | 3.0  |

|      |      |      |      |     |
|------|------|------|------|-----|
| 7.5  | 5.0  | 4.5  | 4.1  | 3.5 |
| 10.0 | 6.2  | 5.3  | 4.7  | 4.1 |
| 15.0 | 8.2  | 6.7  | 6.0  | 5.1 |
| 20.0 | 9.7  | 8.0  | 7.0  | 6.1 |
| 30.0 | 12.0 | 10.0 | 8.6  | 7.2 |
| 40.0 | 14.3 | 12.0 | 10.4 | -   |

Nel caso di murature costituite da elementi naturali si assume convenzionalmente la resistenza caratteristica a compressione dell'elemento  $f_{bk}$  pari a:

$$f_{bk} = 0,75 f_{bm}$$

dove  $f_{bm}$  rappresenta la resistenza media a compressione degli elementi in pietra squadrata.

Il valore della resistenza caratteristica a compressione della muratura  $f_k$  può essere dedotto dalla resistenza caratteristica a compressione degli elementi  $f_{bk}$  e dalla classe di appartenenza della malta tramite la seguente Tabella.

**Valori della  $f_k$  per murature in elementi naturali di pietra squadrata (valori in N/mm<sup>2</sup>)**

| Resistenza caratteristica a compressione $f_{bk}$ dell'elemento | Tipo di malta |      |      |      |
|---|---------------|------|------|------|
|   | M15           | M10  | M5   | M2.5 |
| 2.0   | 1.0           | 1.0  | 1.0  | 1.0  |
| 3.0   | 2.2           | 2.2  | 2.2  | 2.0  |
| 5.0   | 3.5           | 3.4  | 3.3  | 3.0  |
| 7.5   | 5.0           | 4.5  | 4.1  | 3.5  |
| 10.0  | 6.2           | 5.3  | 4.7  | 4.1  |
| 15.0  | 8.2           | 6.7  | 6.0  | 5.1  |
| 20.0  | 9.7           | 8.0  | 7.0  | 6.1  |
| 30.0  | 12.0          | 10.0 | 8.6  | 7.2  |
| >40.0   | 14.3          | 12.0 | 10.4 | -    |

Anche in questo caso, per valori non contemplati in tabella è ammessa l'interpolazione lineare; in nessun caso sono ammesse estrapolazioni.

*Resistenza caratteristica a taglio in assenza di tensioni normali*

*Determinazione sperimentale della resistenza a taglio*

La determinazione della resistenza al taglio in assenza di tensioni normali,  $f_{vk0}$ , deve essere effettuata mediante prove di compressione diagonale su muretti. Le prove devono essere effettuate su almeno 6 provini.

La resistenza caratteristica  $f_{vk0}$  sarà dedotta dalla resistenza media  $f_{vm}$ , ottenuta dai risultati delle prove, mediante la relazione:

*Stima della resistenza a taglio*

In sede di progetto, per le murature formate da elementi artificiali pieni o semipieni il valore di  $f_{vk0}$  può essere dedotto dalla resistenza a compressione degli elementi tramite le Tabelle seguenti.

La validità di tali tabelle è limitata a quelle murature aventi giunti orizzontali e verticali riempiti di malta e di spessore compreso tra 5 e 15 mm. Per valori non

contemplati in tabella è ammessa l'interpolazione lineare; in nessun caso sono ammesse estrapolazioni.

**Valori di  $f_{vko}$  per murature in elementi artificiali di laterizio pieni e semipieni (valori in N/mm<sup>2</sup>)**

| Resistenza caratteristica a compressione $f_{bk}$ dell'elemento | Tipo di malta | $f_{vko}$ |
|---|---------------|-----------|
| $\leq 15$   | <M15          | 0.2       |
| $> 15$  | <M15          | 0.3       |

**Valori di  $f_{vko}$  per murature in elementi artificiali di calcestruzzo pieni e semipieni (valori in N/mm<sup>2</sup>)**

| Resistenza caratteristica a compressione $f_{bk}$ dell'elemento | Tipo di malta | $f_{vko}$ |
|---|---------------|-----------|
| $\leq 3$  | M15, M10, M5  | 0.1       |
|   | M2.5          | 0.1       |
| $> 3$   | M15, M10, M5  | 0.2       |
|   | M2.5          | 0.1       |

La Tabella che segue indica i valori di  $f_{vko}$  che possono essere usati nel caso di murature con elementi naturali di pietra squadrata.

**Valori di  $f_{vko}$  per murature in elementi naturali di pietra squadrata (valori in N/mm<sup>2</sup>)**

| Resistenza caratteristica a compressione $f_{bk}$ dell'elemento | Tipo di malta | $f_{vko}$ |
|---|---------------|-----------|
| $\leq 3$  | M15, M10, M5  | 0.1       |
|   | M2.5          | 0.1       |
| $> 3$   | M15, M10, M5  | 0.2       |
|   | M2.5          | 0.1       |

*Resistenza caratteristica a taglio*

In presenza di tensioni di compressione, la resistenza caratteristica a taglio della muratura,  $f_{vk}$ , è definita come resistenza all'effetto combinato delle forze orizzontali e dei carichi verticali agenti nel piano del muro e può essere ricavata tramite la relazione

$f_{vk} = f_{vko} + 0,4 \sigma_n$  dove:

$f_{vk0}$ : resistenza caratteristica a taglio in assenza di carichi verticali;

$\sigma_n$ : tensione normale media dovuta ai carichi verticali agenti nella sezione di verifica.

Per elementi resistenti artificiali semipieni o forati deve risultare soddisfatta la relazione

$$f_{vk} \leq f_{vk,lim} = 1,4$$

$f_{vk,lim}$  valore massimo della resistenza caratteristica a taglio che può essere impiegata nel calcolo;  
valore caratteristico della resistenza degli elementi in direzione orizzontale e nel piano del muro, da ricavare secondo le modalità descritte nella relativa norma della serie EN 771.

#### *Moduli di elasticità secanti*

Il modulo di elasticità normale secante della muratura è valutato, in presenza di dati sperimentali, facendo riferimento all'intervallo:  
 $0,1 f_k \div 0,4 f_k$

In sede di progetto, in mancanza di determinazione sperimentale, nei calcoli possono essere assunti i seguenti valori:

- modulo di elasticità normale secante  $E = 1000 f_k$
- modulo di elasticità tangenziale secante  $G = 0.4 E$

Tutte le inserzioni dovranno essere raccordate con raggio di curvatura, al netto delle tolleranze, maggiore di 3 mm.

### **Art. 16 Opere e strutture in calcestruzzo: esecuzione e consolidamento**

#### *Qualifica del conglomerato cementizio*

In accordo alle Norme Tecniche per le Costruzioni per la produzione del calcestruzzo si possono configurare due differenti possibilità:

- 1) calcestruzzo prodotto senza processo industrializzato.
- 2) calcestruzzo prodotto con processo industrializzato;

Il caso 1) si verifica nella produzione limitata di calcestruzzo direttamente effettuata in cantiere mediante processi di produzione temporanei e non industrializzati. In tal caso la produzione deve essere effettuata sotto la diretta vigilanza del Direttore dei Lavori. Il D.M. 14/09/2006 prevede, in questo caso, la qualificazione iniziale delle miscele per mezzo della "Valutazione preliminare della Resistenza" (par. 11.1.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni) effettuata sotto la responsabilità dell'appaltatore o committente, prima dell'inizio della costruzione dell'opera, attraverso idonee prove preliminari atte ad accertare la resistenza caratteristica per ciascuna miscela omogenea di conglomerato che verrà utilizzata per la costruzione dell'opera. La qualificazione iniziale di tutte le miscele utilizzate deve effettuarsi per mezzo di prove certificate da parte dei laboratori di cui all'art.59 del D.P.R. n.380/2001 (Laboratori Ufficiali).

Nella relazione di prequalifica, nel caso di calcestruzzo prodotti senza processo industrializzato l'appaltatore dovrà fare esplicito riferimento a:

- materiali che si intendono utilizzare, indicandone provenienza, tipo e qualità;
- documenti sulla marcatura CE dei materiali costituenti;
- massa volumica reale s.s.a. e assorbimento, per ogni classe di aggregato, valutati secondo la Norma UNI 8520 parti 13a e 16a;
- studio granulometrico per ogni tipo e classe di calcestruzzo;
- tipo, classe e dosaggio del cemento;
- rapporto acqua-cemento;
- massa volumica del calcestruzzo fresco e calcolo della resa;
- classe di esposizione ambientale a cui è destinata la miscela;
- tipo e dosaggio degli eventuali additivi;
- proporzionamento analitico della miscela e resa volumetrica;
- classe di consistenza del calcestruzzo;
- risultati delle prove di resistenza a compressione;
- curve di resistenza nel tempo (almeno per il periodo 2-28 giorni);

- caratteristiche dell'impianto di confezionamento e stato delle tarature;
- sistemi di trasporto, di posa in opera e maturazione dei getti.

Il caso 2) è trattato dal D.M. 14/09/2005 al punto 11.1.8 che definisce come calcestruzzo prodotto con processo industrializzato quello prodotto mediante impianti, strutture e tecniche organizzate sia in cantiere che in uno stabilimento esterno al cantiere stesso.

Di conseguenza in questa fattispecie rientrano, a loro volta, tre tipologie di produzione del calcestruzzo:

- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati fissi;
- calcestruzzo prodotto negli stabilimenti di prefabbricazione;
- calcestruzzo prodotto in impianti industrializzati installati nei cantieri (temporanei).

In questi casi gli impianti devono essere idonei ad una produzione costante, disporre di apparecchiature adeguate per il confezionamento, nonché di personale esperto e di attrezzature idonee a provare, valutare e correggere la qualità del prodotto.

Al fine di contribuire a garantire quest'ultimo punto, gli impianti devono essere dotati di un sistema di controllo permanente della produzione allo scopo di assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Tale sistema di controllo non deve confondersi con l'ordinario sistema di gestione della qualità aziendale, al quale può affiancarsi.

Il sistema di controllo della produzione in fabbrica dovrà essere certificato da un organismo terzo indipendente di adeguata competenza e organizzazione, che opera in coerenza con la UNI EN 45012. A riferimento per tale certificazione devono essere prese le Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici allo scopo di ottenere un calcestruzzo di adeguate caratteristiche fisiche, chimiche e meccaniche.

Il sistema di controllo di produzione in fabbrica dovrà comprendere le prove di autocontrollo, effettuate a cura del produttore secondo quanto previsto dalle Linee Guida sul calcestruzzo preconfezionato. L'organismo di certificazione dovrà, nell'ambito dell'ispezione delle singole unità produttive, verificare anche i laboratori utilizzati per le prove di autocontrollo interno. In virtù di tale verifica e sorveglianza del controllo di produzione le prove di autocontrollo della produzione sono sostitutive di quelle effettuate dai laboratori ufficiali.

Il programma delle prove di autocontrollo deve essere sviluppato in maniera tale da assicurare il rispetto dei disposti normativi per le numerose miscele prodotte, ma essere nel contempo contenuto in maniera tale da agevolarne l'applicazione, in virtù dell'elevato numero delle miscele prodotte in generale in un impianto di calcestruzzo preconfezionato.

È compito della Direzione Lavori accertarsi che i documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere indichino gli estremi della certificazione del sistema di controllo della produzione.

Ove opportuno il Direttore dei Lavori potrà richiedere la relazione preliminare di qualifica ed i relativi allegati (es. certificazione della marcatura CE degli aggregati, del cemento, etc.).

### *Posa in opera del calcestruzzo*

Al momento della messa in opera del conglomerato è obbligatoria la presenza di almeno un membro dell'ufficio della direzione dei lavori incaricato a norma di legge e di un responsabile tecnico dell'Impresa appaltatrice. Nel caso di opere particolari, soggette a sorveglianza da parte di Enti ministeriali la confezione dei provini verrà effettuata anche alla presenza dell'Ingegnere incaricato della sorveglianza in cantiere.

Prima di procedere alla messa in opera del calcestruzzo, sarà necessario adottare tutti quegli accorgimenti atti ad evitare qualsiasi sottrazione di acqua dall'impasto. In particolare, in caso di casseforme in legno, andrà eseguita un'accurata bagnatura delle superfici.

È proibito eseguire il getto del conglomerato quando la temperatura esterna scende al disotto dei +5° C se non si prendono particolari sistemi di protezione del manufatto concordati e autorizzati dalla D.L. anche qualora la temperatura ambientale superi i 33° C.

Lo scarico del calcestruzzo dal mezzo di trasporto nelle casseforme si effettua applicando tutti gli accorgimenti atti ad evitare la segregazione.

L'altezza di caduta libera del calcestruzzo fresco, indipendentemente dal sistema di movimentazione e getto, non deve eccedere i 50 centimetri; si utilizzerà un tubo di getto che si accosti al punto di posa o, meglio ancora, che si inserisca nello strato fresco già posato e consenta al calcestruzzo di rifluire all'interno di quello già steso.

Per la compattazione del getto verranno adoperati vibratori a parete o ad immersione. Nel caso si adoperi il sistema di vibrazione ad immersione, l'ago vibrante deve essere introdotto verticalmente e spostato, da punto a punto nel calcestruzzo, ogni 50 cm circa; la durata della vibrazione verrà protratta nel tempo in funzione della classe di consistenza del calcestruzzo.

Relazione tra classe di consistenza e tempo di vibrazione del conglomerato

| <b>Classe di consistenza</b> | <b>Tempo minimo di immersione dell'ago nel calcestruzzo (s)</b>              |
|------------------------------|--|
| S1                           | 25 - 30  |
| S2                           | 20 - 25  |
| S3                           | 15 - 20  |
| S4                           | 10 - 15  |
| S5                           | 5 - 10   |
| F6                           | 0 - 5  |
| SCC                          | <i>Non necessita compattazione (salvo indicazioni specifiche della D.L.)</i> |

Nel caso siano previste riprese di getto sarà obbligo dell'appaltatore procedere ad una preliminare rimozione, mediante scarifica con martello, dello strato corticale di calcestruzzo già parzialmente indurito. Tale superficie, che dovrà possedere elevata rugosità (asperità di circa 5 mm) verrà opportunamente pulita e bagnata per circa due ore prima del getto del nuovo strato di calcestruzzo.

Qualora alla struttura sia richiesta la tenuta idraulica, lungo la superficie scarificata verranno disposti dei giunti "water-stop" in materiale bentonitico idroespansivo. I profili "water-stop" saranno opportunamente fissati e disposti in maniera tale da non interagire con le armature. I distanziatori utilizzati per garantire i copriferri ed eventualmente le reciproche distanze tra le barre di armatura, dovranno essere in plastica o a base di malta cementizia di forma e geometria tali da minimizzare la superficie di contatto con il cassero.

È obbligo della D.L. verificare la corretta esecuzione delle operazioni sopra riportate.

*Tolleranze esecutive*

Nelle opere finite gli scostamenti ammissibili (tolleranze) rispetto alle dimensioni e/o quote dei progetti sono riportate di seguito per i vari elementi strutturali:

*Fondazioni: plinti, platee, solettoni ecc:*

- |   |  |
|---|--|
| - posizionamento rispetto alle coordinate di progetto | $S = \pm 3.0\text{ cm}$                  |
| - dimensioni in pianta                                | $S = - 3.0\text{ cm o } + 5.0\text{ cm}$ |
| - dimensioni in altezza (superiore)                   | $S = - 0.5\text{ cm o } + 3.0\text{ cm}$ |
| - quota altimetrica estradosso                        | $S = - 0.5\text{ cm o } + 2.0\text{ cm}$ |

*Strutture in elevazione: pile, spalle, muri ecc.:*

- |  |  |
|--|--|
| - posizionamento rispetto alle coordinate degli allineamenti di progetto | $S = \pm 2.0\text{ cm}$                  |
| - dimensione in pianta (anche per pila piena)                            | $S = - 0.5\text{ cm o } + 2.0\text{ cm}$ |
| - spessore muri, pareti, pile cave o spalle                              | $S = - 0.5\text{ cm o } + 2.0\text{ cm}$ |
| - quota altimetrica sommità  | $S = \pm 1.5\text{ cm}$                  |
| - verticalità per $H \leq 600\text{ cm}$                                 | $S = \pm 2.0\text{ cm}$                  |
| - verticalità per $H > 600\text{ cm}$                                    | $S = \pm H/12$                           |
| - Solette e solettoni per impalcati, solai in genere:                    |  |
| - spessore:  | $S = -0.5\text{ cm o } + 1.0\text{ cm}$  |
| - quota altimetrica estradosso:  | $S = \pm 1.0\text{ cm}$                  |

*Vani, cassette, inserterie:*

- |  |                         |
|--|-------------------------|
| - posizionamento e dimensione vani e cassette: | $S = \pm 1.5\text{ cm}$ |
| - posizionamenti inserti (piastre boccole):    | $S = \pm 1.0\text{ cm}$ |

In ogni caso gli scostamenti dimensionali negativi non devono ridurre i copriferri minimi prescritti dal progetto.

*Casseforme*

Per tali opere provvisorie l'appaltatore comunicherà preventivamente alla direzione dei lavori il sistema e le modalità esecutive che intende adottare, ferma restando l'esclusiva responsabilità dell'appaltatore stesso per quanto riguarda la progettazione e l'esecuzione di tali opere provvisorie e la loro rispondenza a tutte le norme di legge ed ai criteri di sicurezza che comunque possono riguardarle. Il sistema prescelto dovrà comunque essere atto a consentire la realizzazione delle opere in conformità alle disposizioni contenute nel progetto esecutivo.

Nella progettazione e nella esecuzione delle armature di sostegno delle centinature e delle attrezzature di costruzione, l'appaltatore è tenuto 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 l'ingombro degli alvei dei corsi d'acqua;
- per le sagome da lasciare libere nei sovrappassi o sottopassi di strade, autostrade, ferrovie, tranvie, ecc.;
- per le interferenze con servizi di soprassuolo o di sottosuolo.

Tutte le attrezzature dovranno essere dotate degli opportuni accorgimenti affinché, in ogni punto della struttura, la rimozione dei sostegni sia regolare ed uniforme.

*Caratteristiche delle casseforme*

Per quanto riguarda le casseforme viene prescritto l'uso di casseforme metalliche o di materiali fibrocompressi o compensati; in ogni caso esse dovranno avere dimensioni e spessori sufficienti ad essere opportunamente irrigidite o controventate per assicurare l'ottima riuscita delle superfici dei getti e delle opere e la loro perfetta rispondenza ai disegni di progetto.

Nel caso di eventuale utilizzo di casseforme in legno, si dovrà curare che le stesse siano eseguite con tavole a bordi paralleli e ben accostate, in modo che non abbiano a presentarsi, dopo il disarmo, sbavature o disuguaglianze sulle facce in vista del getto. In ogni caso l'appaltatore avrà cura di trattare le casseforme, prima del getto, con

idonei prodotti disarmanti conformi alla norma UNI 8866. Le parti componenti i casseri debbono essere a perfetto contatto e sigillate con idoneo materiale per evitare la fuoriuscita di boiacca cementizia.

Nel caso di cassetatura a perdere, inglobata nell'opera, occorre verificare la sua funzionalità, se è elemento portante, e che non sia dannosa, se è elemento accessorio.

#### *Pulizia e trattamento*

Prima del getto le casseforme dovranno essere pulite per l'eliminazione di qualsiasi traccia di materiale che possa compromettere l'estetica del manufatto quali polvere, terriccio etc. Dove e quando necessario si farà uso di prodotti disarmanti disposti in strati omogenei continui, su tutte le casseforme di una stessa opera dovrà essere usato lo stesso prodotto.

Nel caso di utilizzo di casseforme impermeabili, per ridurre il numero delle bolle d'aria sulla superficie del getto si dovrà fare uso di disarmante con agente tensioattivo in quantità controllata e la vibrazione dovrà essere contemporanea al getto.

#### *Predisposizione di fori, tracce e cavità*

L'appaltatore avrà l'obbligo di predisporre in corso di esecuzione quanto è previsto nei disegni costruttivi per ciò che concerne fori, tracce, cavità, incassature, etc. per la posa in opera di apparecchi accessori quali giunti, appoggi, smorzatori sismici, pluviali, passi d'uomo, passerelle d'ispezione, sedi di tubi e di cavi, opere interruttive, sicurvia, parapetti, mensole, segnalazioni, parti d'impianti, etc..

#### *Disarmo*

Si potrà procedere alla rimozione delle casseforme dai getti quando saranno state raggiunte le prescritte resistenze. In assenza di specifici accertamenti, l'appaltatore dovrà attenersi a quanto stabilito all'interno delle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/09/2005).

Le eventuali irregolarità o sbavature, qualora ritenute tollerabili, dovranno essere asportate mediante scarifica meccanica o manuale ed i punti difettosi dovranno essere ripresi accuratamente con malta cementizia a ritiro compensato immediatamente dopo il disarmo, previa bagnatura a rifiuto delle superfici interessate.

Eventuali elementi metallici, quali chiodi o reggette che dovessero sporgere dai getti, dovranno essere tagliati almeno 0.5 cm sotto la superficie finita e gli incavi risultanti verranno accuratamente sigillati con malta fine di cemento.

#### *Getti faccia a vista*

I casseri devono essere puliti e privi di elementi che possano in ogni modo pregiudicare l'aspetto della superficie del conglomerato cementizio indurito.

Apposite matrici potranno essere adottate se prescritte in progetto per l'ottenimento di superfici a faccia vista con motivi o disegni in rilievo.

I disarmanti non dovranno assolutamente macchiare la superficie in vista del conglomerato cementizio.

Qualora si realizzino conglomerati cementizi colorati o con cemento bianco, l'uso dei disarmanti sarà subordinato a prove preliminari atte a dimostrare che il prodotto usato non alteri il colore.

Le riprese di getto saranno delle linee rette e, qualora richiesto dalla D.L., saranno marcate con gole o risalti di profondità o spessore di 2-3 cm., che all'occorrenza verranno opportunamente sigillati.

#### *Stagionatura*

Il calcestruzzo, al termine della messa in opera e successiva compattazione, deve essere stagionato e protetto dalla rapida evaporazione dell'acqua di impasto e dall'essiccamento degli strati superficiali (fenomeno particolarmente insidioso in caso di elevate temperature ambientali e forte ventilazione). Per consentire una corretta

stagionatura è necessario mantenere costantemente umida la struttura realizzata; l'appaltatore è responsabile della corretta esecuzione della stagionatura che potrà essere condotta mediante:

- la permanenza entro casseri del conglomerato;
- l'applicazione, sulle superfici libere, di specifici film di protezione mediante la distribuzione nebulizzata di additivi stagionanti (agenti di curing);
- l'irrorazione continua del getto con acqua nebulizzata;
- la copertura delle superfici del getto con fogli di polietilene, sacchi di iuta o tessuto non tessuto mantenuto umido in modo che si eviti la perdita dell'acqua di idratazione;
- la creazione attorno al getto, con fogli di polietilene od altro, di un ambiente mantenuto saturo di umidità;
- la creazione, nel caso di solette e getti a sviluppo orizzontale, di un cordolo perimetrale (in sabbia od altro materiale rimovibile) che permetta di mantenere la superficie ricoperta da un costante velo d'acqua.

I prodotti filmogeni di protezione non possono essere applicati lungo i giunti di costruzione, sulle riprese di getto o sulle superfici che devono essere trattate con altri materiali.

Al fine di assicurare alla struttura un corretto sistema di stagionatura in funzione delle condizioni ambientali, della geometria dell'elemento e dei tempi di scasseratura previsti, l'appaltatore, previa informazione alla direzione dei lavori, eseguirà verifiche di cantiere che assicurino l'efficacia delle misure di protezione adottate.

Sarà obbligatorio procedere alla maturazione dei getti per almeno 7 giorni consecutivi. Qualora dovessero insorgere esigenze particolari per sospendere la maturazione esse dovranno essere espressamente autorizzate dalla direzione dei lavori.

Nel caso di superfici orizzontali non casserate (pavimentazioni, platee di fondazione...) dovrà essere effettuata l'operazione di bagnatura continua con acqua non appena il conglomerato avrà avviato la fase di presa. Le superfici verranno mantenute costantemente umide per almeno 7 giorni. Per i getti confinati entro casseforme l'operazione di bagnatura verrà avviata al momento della rimozione dei casseri, se questa avverrà prima di 7 giorni. Per calcestruzzi con classe di resistenza a compressione maggiore o uguale di C40/50 la maturazione deve essere curata in modo particolare.

#### *Controlli in corso d'opera*

La direzione dei lavori ha l'obbligo di eseguire controlli sistematici in corso d'opera per verificare la conformità tra le caratteristiche del conglomerato messo in opera e quello stabilito dal progetto e garantito in sede di valutazione preliminare.

Il controllo di accettazione va eseguito su miscele omogenee di conglomerato e, in funzione del quantitativo di conglomerato accettato, può essere condotto mediante (Norme Tecniche cap.11):

- controllo di tipo A;
- controllo di tipo B (obbligatorio nelle costruzioni con più di 1500 m<sup>3</sup> di miscela omogenea).

Il prelievo del conglomerato per i controlli di accettazione si deve eseguire a "bocca di betoniera" (non prima di aver scaricato almeno 0.3 mc di conglomerato), conducendo tutte le operazioni in conformità con le prescrizioni indicate nelle Norme Tecniche per le costruzioni (§ 11.1.4 PRELIEVO DEI CAMPIONI) e nella norma UNI-EN 206-1.

Il prelievo di calcestruzzo dovrà essere eseguito alla presenza della direzione dei lavori o di un suo incaricato.

In particolare i campioni di calcestruzzo devono essere preparati con casseforme rispondenti alla norma UNI EN 12390-1, confezionati secondo le indicazioni riportate nella norma UNI EN 12390-2 e provati presso un laboratorio Ufficiale secondo la UNI

EN 12390-3.

Le casseforme devono essere realizzate con materiali rigidi al fine di prevenire deformazioni durante le operazioni di preparazione dei provini, devono essere a tenuta stagna e non assorbenti.

La geometria delle casseforme deve essere cubica di lato pari a 150 mm o cilindrica con diametro  $d$  pari a 150 mm ed altezza  $h$  300 mm.

Il prelievo del calcestruzzo deve essere effettuato non prima di aver scaricato 0.3 mc di calcestruzzo e preferibilmente a metà dello scarico della betoniera. Il conglomerato sarà versato tramite canaletta all'interno di una carriola in quantità pari a circa 2 volte superiore a quello necessario al confezionamento dei provini. Il materiale versato verrà omogeneizzato con l'impiego di una sassola.

È obbligatorio inumidire tutti gli attrezzi necessari al campionamento (carriola, sessola) prima di utilizzarli, in modo tale da non modificare il contenuto di acqua del campione di materiale prelevato.

Prima del riempimento con il conglomerato, le casseforme andranno pulite e trattate con un liquido disarmante.

Per la compattazione del calcestruzzo entro le casseforme è previsto l'uso di uno dei seguenti mezzi:

- pestello di compattazione metallico a sezione circolare e con le estremità arrotondate, con diametro di circa 16 mm e lunghezza di circa 600 mm;
- barra dritta metallica a sezione quadrata, con lato di circa 25 mm e lunghezza di circa 380 mm;
- vibratore interno con frequenza minima di 120 Hz e diametro non superiore ad  $\frac{1}{4}$  della più piccola dimensione del provino;
- tavola vibrante con frequenza minima pari a 40 Hz.

Il riempimento della cassaforma deve avvenire per strati successivi di 75 mm, ciascuno dei quali accuratamente compattati senza produrre segregazioni o comparsa di acqua sulla superficie.

Nel caso di compattazione manuale, ciascuno strato verrà assestato fino alla massima costipazione, avendo cura di martellare anche le superficie esterne del cassero.

Nel caso si impieghi il vibratore interno, l'ago non dovrà toccare lungo le pareti verticali e sul fondo della cassetta.

La superficie orizzontale del provino verrà spianata con un movimento a sega, procedendo dal centro verso i bordi esterni.

Su tale superficie verrà applicata (annegandola nel calcestruzzo) un'etichetta di plastica/cartoncino rigido sulla quale verrà riportata l'identificazione del campione con inchiostro indelebile; l'etichetta sarà siglata dalla direzione dei lavori al momento del confezionamento dei provini.

L'esecuzione del prelievo deve essere accompagnata dalla stesura di un verbale di prelievo che riporti le seguenti indicazioni:

1. Identificazione del campione:
  - tipo di calcestruzzo;
  - numero di provini effettuati;
  - codice del prelievo;
  - metodo di compattazione adottato;
  - numero del documento di trasporto;
  - ubicazione del getto per il puntuale riferimento del calcestruzzo messo in opera (es. muro di sostegno, solaio di copertura...);
2. Identificazione del cantiere e dell'Impresa appaltatrice;
3. Data e ora di confezionamento dei provini;
4. La firma della D.L. In caso di opere particolari, soggette a sorveglianza da parte di Enti ministeriali (es. Dighe), il verbale di prelievo dovrà riportare anche la firma dell'Ingegnere incaricato della sorveglianza in cantiere.

Al termine del prelievo, i provini verranno posizionati al di sopra di una superficie

orizzontale piana in una posizione non soggetta ad urti e vibrazioni.

Il calcestruzzo campionato deve essere lasciato all'interno delle casseforme per almeno 16 h (in ogni caso non oltre i 3 giorni). In questo caso sarà opportuno coprire i provini con sistemi isolanti o materiali umidi (es. sacchi di juta, tessuto non tessuto...). Trascorso questo tempo i provini dovranno essere consegnati presso il Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento dove, una volta rimossi dalle casseforme, devono essere conservati in acqua alla temperatura costante di  $20 \pm 2$  °C oppure in ambiente termostato posto alla temperatura di  $20 \pm 2$  °C ed umidità relativa superiore al 95%.

Nel caso in cui i provini vengano conservati immersi nell'acqua, il contenitore deve avere dei ripiani realizzati con griglie (è consentito l'impiego di reti elettrosaldate) per fare in modo che tutte le superfici siano a contatto con l'acqua.

L'Impresa appaltatrice sarà responsabile delle operazioni di corretta conservazione dei provini campionati e della loro custodia in cantiere prima dell'invio al Laboratorio incaricato di effettuare le prove di schiacciamento. Inoltre, l'Impresa appaltatrice sarà responsabile del trasporto e della consegna dei provini di calcestruzzo al Laboratorio Ufficiale unitamente ad una lettera ufficiale di richiesta prove firmata dalla Direzione Lavori.

Qualora per esigenze legate alla logistica di cantiere o ad una rapida messa in servizio di una struttura o di porzioni di essa si rende necessario prescrivere un valore della resistenza caratteristica a tempi inferiori ai canonici 28 giorni o a temperature diverse dai 20 °C i controlli di accettazione verranno effettuati con le stesse modalità sopra descritte fatta eccezione per le modalità di conservazione dei provini che verranno mantenuti in adiacenza alla struttura o all'elemento strutturale per il quale è stato richiesto un valore della resistenza caratteristica a tempi e temperature inferiori a quelle canoniche. Resta inteso che in queste situazioni rimane sempre l'obbligo di confezionare e stagionare anche i provini per 28 giorni a 20 °C e U.R. del 95% per valutare la rispondenza del valore caratteristico a quello prescritto in progetto.

I certificati emessi dal Laboratorio dovranno contenere tutte le informazioni richieste al punto 11.1.5.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 23.09.2005.

### *Controlli supplementari della resistenza a compressione*

#### *Carotaggi*

Quando un controllo di accettazione dovesse risultare non soddisfatto e ogniquale volta la D.L. lo ritiene opportuno la stessa può predisporre un controllo della resistenza del calcestruzzo in opera da valutarsi su carote estratte dalla struttura da indagare.

Le carote verranno estratte in modo da rispettare il vincolo sulla geometria di  $(h/D) = 1$  o  $= 2$  e non in un intervallo intermedio, in conformità con la norma prEN 13791.

#### *Zona di prelievo*

Le carote verranno eseguite in corrispondenza del manufatto in cui è stato posto in opera il conglomerato non rispondente ai controlli di accettazione o laddove la D.L. ritiene che ci sia un problema di scadente o inefficace compattazione e maturazione dei getti.

Dovranno essere rispettati i seguenti vincoli per il prelievo delle carote:

- non in prossimità degli spigoli;
- zone a bassa densità d'armatura (prima di eseguire i carotaggi sarà opportuno stabilire l'esatta disposizione delle armature mediante apposite metodologie d'indagine non distruttive);
- evitare le parti sommitali dei getti;

- evitare i nodi strutturali;
- attendere un periodo di tempo, variabile in funzione delle temperature ambientali, tale da poter conseguire per il calcestruzzo in opera un grado di maturazione paragonabile a quello di un calcestruzzo maturato per 28 giorni alla temperatura di 20 °C.

#### *Prove di carico*

L'appaltatore dovrà fornire ogni supporto utile all'esecuzione delle prove di carico rispettando fedelmente le procedure e le indicazioni fornitegli dal Direttore Lavori e dal Collaudatore. Allo scopo a suo carico e spese egli dovrà predisporre quanto necessario nel rispetto delle norme che attengono la sicurezza di uomini e cose oltre al rispetto dell'ambiente. Egli, infine, è tenuto ad accettare sia i risultati delle operazioni di collaudo sia le eventuali azioni ed interventi per sanare situazioni ritenute insoddisfacenti dalla direzione dei lavori, dal Collaudatore o dal progettista.

#### *Norme di riferimento*

D.M. 14/09/05 Norme Tecniche per Costruzioni  
 Linee Guida per il Calcestruzzo Preconfezionato  
 Linee Guida sul Calcestruzzo Strutturale  
 Linee Guida sui Calcestruzzi Strutturali ad Alta Resistenza  
 D.P.R. 246/93 Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione  
 UNI EN 206-1 Calcestruzzo, Specificazione, prestazione, produzione e conformità  
 UNI 11104 Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1  
 UNI EN 197-1: 2006 Cemento - Parte 1: Composizione, specifiche e criteri di conformità per cementi comuni  
 UNI 9156 Cementi resistenti ai solfati  
 ISO 9001:2000 Sistema di gestione per la qualità. Requisiti  
 UNI EN 12620 Aggregati per calcestruzzo  
 UNI 8520 Parte 1 e 2 Aggregati per calcestruzzo-Istruzioni complementari per l'applicazione in Italia della norma UNI-EN 12620 - Requisiti  
 UNI EN 1008:2003 Acqua d'impasto per il calcestruzzo  
 UNI EN 934-2 Additivi per calcestruzzo  
 UNI EN 450 Ceneri volanti per calcestruzzo  
 UNI-EN 13263 parte 1 e 2 Fumi di silice per calcestruzzo  
 UNI EN 12350-2 Determinazione dell'abbassamento al cono  
 UNI EN 12350-5 Determinazione dello spandimento alla tavola a scosse  
 UNI EN 12350-7 Misura del contenuto d'aria sul calcestruzzo fresco  
 UNI 7122 Calcestruzzo fresco. Determinazione della quantità di acqua d'impasto essudata  
 UNI EN 12390 Parte 1, 2, 3 e 4 Procedura per il confezionamento dei provini destinati alla valutazione della resistenza meccanica a compressione  
 prEN 13791 Valutazione della resistenza meccanica a compressione del calcestruzzo(in situ) della struttura in opera  
 UNI EN 12504-1 Prove sul calcestruzzo nelle strutture. Carote: valutazione della resistenza a compressione  
 EN 10080 Ed. maggio 2005 Acciaio per cemento armato  
 UNI EN ISO 15630 -1/2 Acciai per cemento armato: Metodi di prova  
 EUROCODICE 2- UNI ENV 1992 Progettazione delle strutture in c.a.  
 UNI ENV 13670-1 Execution of concrete structures  
 UNI 8866 Disarmanti

#### *Norme di esecuzione per il cemento armato normale*

Nell'esecuzione delle opere di cemento armato normale, l'Appaltatore dovrà attenersi alle norme contenute nella legge n°1086/1971 e nelle relative norme tecniche

del decreto ministeriale 9 gennaio 1996.

In particolare:

1. gli impasti dovranno essere preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di segregazione dei componenti o di prematuro inizio della presa al momento del getto. Il getto dovrà essere convenientemente compatto, mentre la sua superficie dovrà essere mantenuta umida per almeno tre giorni. Non si dovrà mettere in opera il conglomerato a temperature minori di 0°C, salvo il ricorso a opportune cautele.
2. Le giunzioni delle barre in zona tesa, quando non siano evitabili, si dovranno realizzare possibilmente nelle regioni di minore sollecitazione e in ogni caso dovranno essere opportunamente sfalsate.

Le giunzioni di cui sopra potranno effettuarsi mediante:

- saldature, da eseguire in conformità alle peculiari norme in vigore;
  - manicotto filettato;
  - sovrapposizione, calcolata in modo da assicurare l'ancoraggio di ciascuna barra. In ogni caso, la lunghezza di sovrapposizione in retto dovrà essere non minore di 20 volte il diametro e la prosecuzione di ciascuna barra deviata verso la zona compromessa. La distanza mutua (interferro) nella sovrapposizione non dovrà superare 6 volte il diametro.
3. Le barre piegate dovranno presentare, nelle piegature, un raccordo circolare di raggio non minore di 6 volte il diametro, mentre gli ancoraggi dovranno rispondere a quanto prescritto nel punto 5.3.3. del decreto ministeriale 9 gennaio 1996. Per barre di acciaio inossidabile a freddo le piegature non potranno essere effettuate a caldo.
  4. La superficie dell'armatura resistente dovrà distare dalle facce esterne del conglomerato di almeno 0,8 cm nel caso di solette, setti e pareti, e di almeno 2 cm nel caso di travi e pilastri. Tali misure dovranno essere aumentate, e al massimo portate rispettivamente a 2 cm per le solette e a 4 cm per le travi e i pilastri, in presenza di salsedine marina e altri agenti aggressivi. Copriferri maggiori richiederanno l'assunzione di opportuni provvedimenti intesi a evitarne il distacco (ad esempio, la messa in opera di reti). Le superfici delle barre dovranno essere mutuamente distanziate in ogni direzione di almeno una volta il diametro delle barre medesime e, in ogni caso, non meno di 2 cm. Si potrà derogare a quanto sopra raggruppando le barre a coppie e aumentando la mutua distanza minima tra le coppie ad almeno 4 cm. Per le barre di sezione non circolare, si dovrà considerare il diametro del cerchio circoscritto.
  5. Il disarmo dovrà avvenire per gradi e in modo da evitare azioni dinamiche, ma in ogni caso non prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo, tenendo anche conto delle altre esigenze progettuali e costruttive; la decisione in merito è lasciata al giudizio del direttore dei lavori.

In genere le superfici dei getti, dopo la sformatura, dovranno risultare perfettamente piane, senza concavità, risalti, nidi di ghiaia, sbavature ed irregolarità di sorta, tali comunque da non richiedere alcun tipo di intonaco, né tantomeno spianamenti, abbozzi o rinzaffi.

Pertanto, le casseformi dovranno essere preferibilmente metalliche oppure, se di legno, rivestite in lamiera; saranno tuttavia consentite casseforme di legno non rivestite, purché il tavolame e le relative fasciature ed armature siano perfettamente connesse e lisciate in modo da conseguire tale risultato.

L'assestamento in opera verrà eseguito per qualunque tipo di calcestruzzo mediante vibrazione ad alta frequenza, con idonei apparecchi approvati dalla Direzione Lavori. All'uopo il getto sarà eseguito a strati orizzontali di altezza limitata e comunque non superiore ai 50 cm resi dopo la vibrazione.

Tra le successive riprese del getto non dovranno aversi distacchi o discontinuità o differenze di aspetto. Nel caso di interruzione dei getti per un periodo superiore a 24 ore, la ripresa potrà effettuarsi solo dopo che la superficie del getto precedente sia

stata accuratamente pulita, lavata e ripresa con malta liquida dosata q.li 6 di cemento per ogni mc di sabbia.

Quando il calcestruzzo fosse gettato in acqua dovranno adottare gli accorgimenti necessari per impedire che l'acqua lo dilavi e ne pregiudichi la qualità.

A getto ultimato, in particolare dei rivestimenti e delle strutture sottili, sarà curata la stagionatura in modo da evitare un rapido prosciugamento delle superfici, usando tutte le cautele ed impiegando i mezzi più idonei regolarmente approvati dalla Direzione Lavori. Durante il periodo di presa ed indurimento i getti saranno riparati da possibilità di urti, vibrazioni e sollecitazioni di ogni genere.

I calcestruzzi aventi funzioni di contenimento di acqua (come quelli per torrini piezometrici, canali autoportanti, strutture accessorie dei serbatoi, etc.) dovranno essere impermeabili sotto i carichi di esercizio e non dovranno dar luogo a trapelazioni, gocciolamenti e trasudi. Per ottenere ciò l'Impresa dovrà usare ogni accorgimento (in particolare nella granulometria, nella costipazione, nelle riprese) e potrà impiegare anche additivi purché approvati dalla Direzione Lavori: questi restano a suo completo carico, come pure tutti gli interventi ed intonaci speciali successivi che si rendessero necessari per assicurare l'impermeabilità, sempre previa approvazione della Direzione Lavori.

Ove si richiedesse che le strutture in calcestruzzo venissero rivestite sulla superficie esterna con paramenti speciali in pietra, i getti dovranno procedere contemporaneamente al rivestimento ed essere eseguiti sempre mediante vibrazioni, in modo da assicurare l'assoluta solidità tra getto e paramento.

La Direzione Lavori si riserva di effettuare detrazioni nel caso di getti difettosi, restando a carico dell'Impresa ogni ripresa, fratazzatura, spennellatura o intonacatura. Tali applicazioni potranno essere effettuate solo sul calcestruzzo appena sformato dopo non più di trenta ore dal getto. Superato tale limite di tempo ogni applicazione potrà essere effettuata solo impiegando gli additivi o materiali particolarmente atti ad assicurare una perfetta adesione sul getto (resine epossidiche, emulsioni viniliche e simili), sempreché la Direzione Lavori non ordini la demolizione dell'opera.

#### *Norme di esecuzione per il cemento armato precompresso*

Nell'esecuzione delle opere di cemento armato precompresso, l'Appaltatore dovrà attenersi alle disposizioni contenute nelle attuali norme tecniche del decreto ministeriale 9 gennaio 1996.

In particolare:

- il getto dovrà essere costipato per mezzo di vibratori ad ago o a lamina, ovvero con vibratori esterni, facendo particolare attenzione a non deteriorare le guaine dei cavi;
- le superfici esterne dei cavi post-tesi dovranno distare dalla superficie del conglomerato non meno di 25 mm nei casi normali e non meno di 35 mm in caso di strutture site all'esterno o in un ambiente aggressivo. Il ricoprimento delle armature pre-tese non dovrà essere inferiore a 15 mm o al diametro massimo dell'inerte impiegato e non meno di 25 mm nel caso di strutture site all'esterno o in un ambiente aggressivo.
- Nel corso dell'operazione di posa si dovrà evitare, con particolare cura, di danneggiare l'acciaio con intagli, pieghe, ecc.;
- si dovrà altresì prendere ogni precauzione per evitare che i fili subiscano danni di corrosione sia nei depositi di approvvigionamento sia in opera, fino all'ultimazione della struttura. All'atto della messa in tiro, si dovranno misurare contemporaneamente lo sforzo applicato e l'allungamento conseguito; i due dati dovranno essere confrontati tenendo presente la forma del diagramma sforzi/allungamento a scopo di controllo delle perdite per attrito.
- Per le operazioni di tiro, ci si atterrà a quanto previsto al punto 6.2.4.1 del succitato decreto ministeriale;

- l'esecuzione delle guaine, le caratteristiche della malta, le modalità delle iniezioni dovranno egualmente rispettare le suddette norme.

#### *Responsabilità per le opere in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso*

Nell'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso, l'Appaltatore dovrà attenersi strettamente a tutte le disposizioni contenute nella legge 5 novembre 1971, n°1086 oltreché alle norme contenute nel D.M. 31/08/1972 per l'accettazione dei leganti idraulici e dei materiali ferrosi, e nelle relative norme tecniche attuative vigenti emanate dalle competenti autorità (circolari della Presidenza del Consiglio Superiore dei LL.PP., A.N.A.S., etc.).

Nelle zone sismiche, valgono le norme tecniche emanate in forza della legge 2 febbraio 1974, n. 64.

Tutti i lavori di cemento armato facenti parte dell'opera appaltata saranno accompagnati da calcoli di stabilità e accompagnati da disegni costruttivi e da una relazione, che dovranno essere redatti e firmati da un tecnico abilitato iscritto all'Albo e che l'Appaltatore dovrà presentare alla Direzione dei lavori entro il termine che gli verrà prescritto, attenendosi agli schemi e ai disegni facenti parte del progetto e allegati al contratto o alle norme che gli verranno impartite, a sua richiesta, all'atto della consegna dei lavori.

L'esame e la verifica da parte della Direzione dei lavori del progetto delle varie strutture in cemento armato non esonera in alcun modo l'Appaltatore e il progettista delle strutture dalle responsabilità loro derivanti per legge e per le precise pattuizioni del contratto, restando contrattualmente stabilito che, malgrado i controlli di ogni genere eseguiti dalla Direzione lavori nell'esclusivo interesse dell'Amministrazione Appaltante, l'Impresa rimane unica e completa responsabile delle opere sia per quanto ha rapporto con la progettazione costruttiva e calcolo che per la qualità dei materiali e la loro esatta esecuzione; di conseguenza essa dovrà rispondere degli inconvenienti che avessero a verificarsi, di qualunque natura, importanza e conseguenza potessero risultare.

#### *Generalità*

Nella progettazione ed esecuzione degli interventi di seguito illustrati, particolare attenzione dovrà essere posta ai problemi della durabilità; in particolare, ove si utilizzino elementi metallici, sarà consigliabile l'uso di materiali autopassivanti.

I provvedimenti tecnici in questione riguardano le modalità esecutive a carattere locale, che possono costituire le singole fasi di realizzazione degli interventi. Il progetto generale, che considera il comportamento globale del fabbricato in fase sismica, rimane il fattore principale che assicurerà la buona riuscita dell'opera, dal quale quindi non è mai possibile prescindere e dalla cui organicità dovranno derivare i singoli interventi.

#### *Strutture in elevazione*

Per la riparazione e il rafforzamento locale delle strutture in elevazione, si potrà ricorrere a uno o più dei seguenti provvedimenti tecnici:

- iniezioni di miscele leganti;
- ripristino localizzato con conglomerati;
- ripristino e rinforzo dell'armatura metallica;
- cerchiature di elementi strutturali;
- integrazione d'armatura con l'applicazione di lamiere metalliche;
- rinforzo con tiranti.

Nei casi in cui l'intervento consista nel ripristinare strutture cementizie per porzioni o tratti di entità considerevoli potrà essere usato calcestruzzo ordinario, che

abbia resistenza e modulo elastico non troppo diversi da quelli del calcestruzzo esistente; l'aderenza del getto all'elemento da riparare potrà essere migliorata mediante l'applicazione di uno strato adesivo.

Per conciliare le esigenze di elevata resistenza e buona lavorabilità dei getti potrà essere opportuno usare additivi fluidificanti (che in genere migliorano anche l'adesione al materiale preesistente).

Idoneo, in generale, è anche l'uso di calcestruzzi o malte con additivi che realizzino un'espansione volumetrica iniziale capace di compensare o addirittura superare il ritiro.

Questo accorgimento permetterà la creazione di modesti stati di coazione, benefici per l'inserimento dei nuovi getti; sarà peraltro essenziale utilizzare casseri contrastanti.

#### *Iniezioni con miscele leganti*

Le iniezioni sotto pressione di materiali (miscele cementizie e di resine), di opportuno modulo elastico e con spiccate proprietà di aderenza al calcestruzzo e all'acciaio, potranno essere usate soltanto per la risarcitura di lesioni la cui apertura non superi i 3-4 mm.

L'impiego di resine - che si prestano bene a essere usate per iniezioni anche mescolate con inerti fini - migliorerà la resistenza sia a compressione che a trazione. Infatti, in funzione di molti fattori, fra cui anche il tipo di inerti, si otterranno moduli elastici molto variabili: da 20.000 kg/cm<sup>2</sup> a valori simili a quelli del calcestruzzo ordinario.

Le caratteristiche finali delle miscele dipenderanno sensibilmente, tra l'altro, dalle condizioni ambientali (temperature e umidità) nelle quali avverrà la loro maturazione. Pertanto, sarà necessario che lo studio delle modalità di preparazione tenga conto delle effettive condizioni ambientali prevedibili e si provveda, in sede di esecuzione, al controllo delle condizioni stesse, eventualmente con misurazioni della temperatura e dell'umidità.

Risarciture di lesioni localizzate di piccola entità si potranno effettuare con miscele prevalentemente di resine con viscosità e pressioni dipendenti dalle ampiezze delle stesse. Si raccomanda di usare pressioni non troppo elevate per non indurre stati di coazione eccessivi nell'elemento iniettato. Si sconsigliano iniezioni di resina per lesioni rilevanti al fine di evitare eccessivi riscaldamento prodotti dalla polimerizzazione della miscela.

Si dovranno effettuare le seguenti operazioni:

- a) pulizia dalla polvere o dalle altre impurità delle superfici danneggiate con l'eliminazione del materiale disgregato;
- b) pulizia in profondità con aria o acqua in pressione;
- c) sigillatura delle lesioni con stucco o intonaco e predisposizione di tubicini di ingresso della miscela che sarà costituita generalmente da resina pura o debolmente caricata.

La tecnica descritta sarà però da evitare qualora le lesioni siano molto piccole (ad esempio, attorno al decimo di millimetro) perché in tal caso l'iniezione diventerebbe difficoltosa e richiederebbe pressioni elevate, con esito incerto e possibilità di effetti negativi difficilmente controllabili sulle parti di struttura lesionate. In casi del genere, si raccomanda di non fare affidamento sul completo ripristino della continuità dell'elemento fessurato, ma soltanto su una percentuale cautelativa che tenga conto appunto della probabile presenza di lesioni e distacchi non iniettati.

#### *Ripristino localizzato con conglomerati*

Qualora siano presenti lesioni con apertura superiore ai 3-4 mm ovvero il calcestruzzo si presenti fortemente degradato o frantumato, il ripristino dell'elemento danneggiato verrà effettuato mediante il getto localizzato di conglomerato, che potrà essere, a seconda dei casi, di tipo:

- ordinario;
- additivato, con spiccata proprietà di aderenza al preesistente calcestruzzo e alle armature di tipo spruzzato (gunite, spritzbeton, ecc.), adoperabile soltanto su nuclei integri e per spessori non eccessivi;
- composto da resine.

Qualsiasi intervento dovrà essere preceduto dalla scarificazione nel calcestruzzo con la rimozione di tutte le parti disgregate.

La riparazione con getto di calcestruzzo, ordinario o con additivi, è la più frequente nel caso che si presenti una parziale disgregazione del materiale (eventualmente evidenziabile anche con una debole percussione).

Eseguite le occorrenti puntellature o tirantature provvisorie, si procederà nella maniera seguente:

- a) eliminazione di tutte le parti disgregate o parzialmente espulse ponendo attenzione a non danneggiare le armature presenti;
- b) eventuale iniezione della parte messa a nudo;
- c) pulizia della superficie con aria compressa e lavaggio; qualora si rendesse necessario l'inserimento di nuove armature, dopo l'operazione indicata alla lettera a), si proseguirà con le operazioni appresso elencate:
  - messa in opera di nuove armature mediante saldatura alle preesistenti, semplice legatura con spinotti o con barre infilate in fori trapanati nella parte di calcestruzzo indenne (successivamente iniettati); quest'ultimo intervento si effettuerà quando non si ritenga sufficiente, per il collegamento tra vecchio e nuovo, la sola aderenza del calcestruzzo o la resistenza dell'adesivo spalmato prima del getto;
  - posizionamento dei casseri e loro eventuale contrasto;
  - eventuale spalmatura di adesivo tra vecchio calcestruzzo e nuovo getto;
  - esecuzione del getto di calcestruzzo e di malta, prima che l'eventuale adesivo abbia iniziato la polimerizzazione; un'analoga tecnica, utilizzabile quando il danno sia limitato al copriferro o poco di più, consiste nell'applicazione di un'intonacatura con malta cementizia a ritiro compensato, posta in opera mediante spruzzatura.

Questo tipo di applicazione (opportuno per spessori non superiori a 3 cm) sarà conveniente nella riparazione delle pareti di cemento armato. In questo caso, la riparazione si effettuerà applicando uno o più strati di rete elettrosaldata e collegando i due strati con barre, spinotti o gabbie staffate passanti attraverso la parete; i collegamenti saranno completati iniettando i fori di attraversamento.

Il materiale per la ricostruzione dell'elemento potrà essere anche malta di resina con il vantaggio di avere una resistenza e un'adesione elevate, ma con la possibilità di introdurre una zona con moduli elastici e resistenze generalmente diversi da quelli del calcestruzzo.

#### *Ripristino e rinforzo dell'armatura metallica*

Se necessario, le armature andranno integrate, ponendo particolare cura all'ancoraggio delle nuove armature e alla loro solidarizzazione all'elemento esistente.

Il rinforzo potrà essere realizzato localmente, con l'aggiunta di nuove barre, o interessare l'intera struttura, con l'inserimento di elementi aggiuntivi in cemento armato o in acciaio, resi collaboranti con quelli esistenti. In presenza di pilastri fortemente danneggiati alle estremità, la riparazione dovrà prevedere anche il rinforzo delle armature longitudinali e trasversali.

Il getto di completamento potrà essere eseguito con malta o calcestruzzo a stabilità volumetrica oppure con malta o calcestruzzo ordinari assicurando in ogni caso l'aderenza tra il nuovo e il vecchio calcestruzzo.

Il rinforzo dei nodi trave-pilastro dovrà assicurare il miglioramento dell'ancoraggio delle armature e una continuità meccanica sufficiente a trasmettere gli sforzi massimi sopportabili dalle sezioni di estremità interessate, contenere il

conglomerato e le armature nei riguardi dell'espulsione trasversale, mediante opportuna staffatura.

Qualora i nodi trave-pilastro siano tanto danneggiati da rendere tecnicamente difficile la loro riparazione, la funzione statica degli elementi strutturali convergenti nei nodi dovrà essere attribuita ad altri elementi portanti dell'ossatura.

Per ripristinare l'efficienza di barre ingobbate, occorrerà realizzare un provvedimento diretto di riparazione, costituito, ad esempio, da saldatura di spezzoni di barre o di angolari a cavallo del tratto danneggiato e da inserimenti di armature trasversali per ridurre la lunghezza libera di inflessione.

Il caso di un insufficiente o mal disposto ancoraggio delle barre dei pilastri si potrà risolvere con armature saldate passanti entro fori praticati attraverso i nodi e successivamente ricoperti con malta cementizia a ritiro compensato o epossidica e/o con iniezioni di resina. Nuove barre potranno essere saldate anche in elementi inflessi a cavallo delle sezioni danneggiate per difetto di armature longitudinali, con adeguato prolungamento per l'ancoraggio.

In elementi sottoposti a forze di taglio e nei nodi dei telai potranno essere applicate staffe o collari per quanto possibile perpendicolari alla lesione. Le armature andranno, poi, protette con intonaco cementizio a ritiro compensato.

In ogni caso gli ancoraggi delle barre e le loro giunzioni mediante saldatura saranno migliorati dal confinamento realizzato da una fitta armatura trasversale che avvolga la zona trattata.

Per l'acciaio in barre, quando ne sia previsto il collegamento alle armature esistenti tramite saldature, si raccomanda di controllare la saldabilità, sia di quelle esistenti che di quelle aggiuntive, o meglio la capacità di sopportare l'unione senza divenire fragile.

#### *Cerchiature di elementi strutturali*

L'effetto della << *cerchiatura* >> si ottiene con staffe o altre armature trasversali di contenimento e ha lo scopo di contrastare le deformazioni trasversali del calcestruzzo, prodotte dalle tensioni di compressione longitudinali, migliorandone le caratteristiche di resistenza e di duttilità.

Tali armature potranno essere costituite da semplici collari di lamierino, ovvero da eliche di filo d'acciaio, oppure da vere e proprie strutture di carpenteria metallica, calastrellate o più raramente reticolate. Le armature esterne dovranno essere protette mediante intonaco cementizio o gunite armata con rete.

La cerchiatura si potrà realizzare anche con la messa in opera di armature trasversali, generalmente chiuse, quali staffe (eventualmente saldate), spirali, collari o profilati saldati a formare una struttura chiusa.

### *Integrazioni di armatura con l'applicazione di lamiere metalliche*

Un'armatura aggiuntiva, se necessaria, potrà essere realizzata mediante piastre di acciaio, applicate sulla superficie dell'elemento strutturale da rinforzare o da riparare e a questo solidarizzate opportunamente.

Nel caso di piastre sollecitate a taglio o compressione, dovrà porsi attenzione al pericolo di instabilità, ma, in ogni caso, questa tecnica comporterà un aumento della rigidità dell'elemento riparato.

Le piastre dovranno essere opportunamente protette dalla corrosione.

Tale tecnica consisterà nella solidarizzazione tramite incollaggio e chiodature di lamiere o profilati su elementi in cemento armato e potrà essere usata in casi particolari in cui non siano applicabili metodi tradizionali; ne potrà esserne giustificato l'impiego, ad esempio, quando si riscontrino:

- a) danni nella parte tesa di elementi inflessi. In tal caso, la lamiera avrà la funzione di armatura tesa e la resina e i chiodi assicureranno la trasmissione delle forze di scorrimento;
- b) danni in zone sottoposte a taglio. In questo caso, la lamiera dovrà essere posta, in genere, a cavallo fra la zona tesa e quella compressa; in quest'ultima andranno posti i connettori di collegamento trasversale per prevenire fenomeni di instabilità della lamiera stessa, alla quale viene affidato il compito di trasmettere le forze di scorrimento;
- c) danni per eccessiva trazione o nelle zone di ancoraggio delle barre di armatura.

L'incollaggio delle lamiere potrà essere ammesso qualora il conglomerato presenti buone caratteristiche di resistenza.

In ogni caso le operazioni da eseguire saranno:

- la pulizia della superficie da incollare, previa asportazione dello strato di calcestruzzo degradato mediante energica azione di spicconatura e di martellinatura;
- l'applicazione di successivi strati di malta di resina per regolarizzare, ove necessario, la superficie (si raccomanda di non superare, per lo spessore di ogni strato, valori intorno a 5-6 mm);
- l'incollaggio delle lamiere con adesivo spalmato. Le lamiere dovranno essere tenute in sito con chiodi a espansione con puntelli forzanti fino a indurimento;
- in alternativa al punto 3), l'impiego di lamiere con successive iniezioni di resina;
- la protezione delle lamiere con prodotti anticorrosivi.

Il rinforzo di elementi in cemento armato potrà conseguirsi mediante tiranti di acciaio posti in tensione seguendo la tecnica della precompressione, oppure delle chiodature pretese.

In ogni caso dovrà verificarsi che l'intervento non provochi dannosi stati di coazione.

### *Fondazioni*

Il consolidamento delle fondazioni potrà conseguirsi:

- con la costruzione, ove possibile, di travi in cemento armato per il collegamento dei plinti nelle due direzioni, in guisa da realizzare un reticolo orizzontale di base;
- con la costruzione di setti in cemento armato al livello di primo interpiano, in modo da costruire nel suo complesso una struttura scatolare rigida;
- con l'approfondimento delle strutture fondali mediante pali di piccolo o medio diametro, fortemente armati;
- con l'allargamento della base d'appoggio mediante sottofondazione in cemento armato oppure mediante la costruzione di cordolature laterali in cemento armato;
- con rinforzi localizzati delle strutture di fondazione (fasciature in acciaio o in cemento armato presollecitato, cerchiature, ecc.).

Nei casi in cui l'intervento consista nel ripristinare strutture cementizie per porzioni o tratti di entità considerevoli, potrà essere usato calcestruzzo ordinario, che

abbia resistenza e modulo elastico non troppo diversi da quelli del calcestruzzo esistente; l'aderenza del getto all'elemento da riparare potrà essere migliorata mediante l'applicazione di uno strato adesivo.

Per conciliare le esigenze di elevata resistenza e buona lavorabilità dei getti, potrà essere opportuno impiegare additivi fluidificanti (che, in genere, migliorano anche l'adesione al materiale preesistente).

Risulterà idoneo, generalmente, anche l'uso di calcestruzzi o malte con additivi che realizzino un'espansione volumetrica iniziale capace di compensare o addirittura superare il ritiro. Questo accorgimento permette di creare modesti stati di coazione, benefici per l'inserimento dei nuovi getti; sarà, peraltro, essenziale utilizzare casseri contrastanti.

## **Art. 17 Strutture prefabbricate di calcestruzzo armato e precompresso**

### *Generalità*

Per struttura prefabbricata si intende una struttura realizzata mediante l'associazione e/o il completamento in opera di più elementi costruiti in stabilimento o a piè d'opera.

La progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni prefabbricate sono disciplinate dalle norme contenute nel decreto del Ministero dei lavori pubblici del 3 dicembre 1987, nonché nella circolare 16 marzo 1989, n. 31104, e ogni altra disposizione in materia.

I manufatti prefabbricati utilizzati e montati dall'impresa costruttrice dovranno appartenere a una delle due categorie di produzione previste dal citato decreto e precisamente: in serie << *dichiarata* >> o in serie << *controllata* >>.

Per serie << *dichiarata* >>, si intende la produzione in serie eseguita in stabilimento, dichiarata tale dal produttore, conforme alle norme e per la quale è stato effettuato il deposito ai sensi dell'art. 9 della legge 5 novembre 1971, n. 1086, ovvero sia stata rilasciata la certificazione di idoneità di cui agli articoli 1 e 7 della legge 2 febbraio 1974, n. 64.

Per serie << *controllata* >> si intende la produzione in serie che, oltre ad avere i requisiti specificati per quella << *dichiarata* >>, sia eseguita con procedure che prevedono verifiche sperimentali su prototipo e controllo di conformità della produzione.

### *Posa in opera*

Nella fase di posa e regolazione degli elementi prefabbricati, si dovranno adottare gli accorgimenti necessari per ridurre le sollecitazioni di natura dinamica conseguenti al movimento degli elementi e per evitare forti concentrazioni di sforzo.

I dispositivi di regolazione dovranno consentire il rispetto delle tolleranze previste nel progetto, tenendo conto sia di quelle di produzione degli elementi prefabbricati, sia di quelle di esecuzione dell'unione.

Gli eventuali dispositivi di vincolo impiegati durante la posa, se lasciati definitivamente in sito, non dovranno alterare il corretto funzionamento dell'unione realizzata e comunque generare concentrazioni di sforzo.

### *Unioni e giunti*

Per << *unioni* >> si intendono i collegamenti tra parti strutturali atti alla trasmissione di sollecitazioni.

Per << *giunti* >> si intendono gli spazi tra parti strutturali atti a consentire a essi spostamenti mutui senza trasmissione di sollecitazioni.

I materiali impiegati con funzione strutturale nelle unioni dovranno avere, di regola, durabilità, resistenza al fuoco e protezione almeno uguale a quella degli elementi da collegare. Ove queste condizioni non fossero rispettate, i limiti dell'intera struttura andranno definiti con riguardo all'elemento significativo più debole.

I giunti aventi superfici affacciate dovranno garantire un adeguato distanziamento delle superfici medesime per consentire i movimenti prevedibili.

Il Direttore dei lavori dovrà verificare che eventuali opere di finitura non pregiudichino il libero funzionamento del giunto.

### *Appoggi*

Gli appoggi dovranno essere tali da soddisfare le condizioni di resistenza dell'elemento appoggiato, dell'eventuale apparecchio di appoggio e del sostegno, tenendo conto delle variazioni termiche, della deformabilità delle strutture e dei fenomeni lenti.

Per elementi di solaio o simili dovrà essere garantita una profondità dell'appoggio, a posa avvenuta, non inferiore a 3 cm se è prevista in opera la formazione della continuità dell'unione, e non inferiore a 5 cm se definitiva. Per appoggi discontinui (nervature, denti) i valori precedenti andranno raddoppiati.

Per le travi, la profondità minima dell'appoggio definitivo dovrà essere non inferiore a  $8\text{ cm} + L/300$ , essendo  $L$  la luce netta della trave.

In zona sismica non sono consentiti appoggi nei quali la trasmissione di forze orizzontali sia affidata al solo attrito. Appoggi di questo tipo sono consentiti ove non venga messa in conto la capacità di trasmettere forze orizzontali; viceversa, l'appoggio deve consentire spostamenti relativi secondo quanto previsto dalle norme sismiche.

### *Montaggio*

Nel rispetto delle vigenti norme antinfortunistiche i mezzi di sollevamento dovranno essere proporzionati per la massima prestazione prevista nel programma di montaggio; inoltre, nella fase di messa in opera dell'elemento prefabbricato fino al contatto con gli appoggi, i mezzi dovranno avere velocità di posa commisurate con le caratteristiche del piano di appoggio e con quella dell'elemento stesso. La velocità di discesa dovrà essere tale da poter considerare non influenti le forze dinamiche d'urto.

Gli elementi andranno posizionati come e dove indicato nel progetto.

In presenza di getti integrativi eseguiti in opera, che concorrano alla stabilità della struttura anche nelle fasi intermedie, il programma di montaggio sarà condizionato dai tempi di maturazione richiesti per questi, secondo le prescrizioni di progetto.

L'elemento potrà essere svincolato dall'apparecchiatura di posa solo dopo che sia stata assicurata la sua stabilità.

L'elemento dovrà risultare stabile di fronte all'azione del peso proprio e del vento, nonché alle azioni di successive operazioni di montaggio e a quelle orizzontali convenzionali.

L'attrezzatura impiegata per garantire la stabilità nella fase transitoria che precede il definitivo completamento dell'opera dovrà essere munita di apparecchiature, ove necessarie, per consentire, in condizioni di sicurezza, le operazioni di registrazione dell'elemento (piccoli spostamenti delle tre coordinate, piccole rotazioni, ecc.) e, dopo il fissaggio definitivo degli elementi, le operazioni di recupero della stessa, senza provocare danni agli elementi.

Il progetto dovrà prevedere un ordine di montaggio tale da evitare che si determinino strutture temporaneamente labili o instabili nel loro insieme.

La corrispondenza dei manufatti al progetto sotto tutti gli aspetti rilevabili al montaggio (forme, dimensioni e relative tolleranze) sarà verificata dalla Direzione dei lavori, che escluderà l'impiego di manufatti non rispondenti.

## Accettazione

Tutte le forniture di componenti strutturali prodotti in serie controllata possono essere accettate senza ulteriori controlli dei materiali, né prove di carico dei componenti isolati, se accompagnati da un certificato di origine, firmato dal produttore e dal tecnico responsabile della produzione, che attesti che gli elementi siano stati prodotti in serie controllata e recante in allegato la copia del relativo estratto del registro di produzione e degli estremi dei certificati di verifica preventiva del laboratorio ufficiale.

Per i componenti strutturali prodotti in serie dichiarata, si dovrà verificare che esista una dichiarazione di conformità rilasciata dal produttore.

## **Art. 18 Solai: esecuzione e consolidamento statico**

### *Generalità*

Le coperture degli ambienti e dei vani e le suddivisioni orizzontali tra gli stessi potranno essere eseguite, a seconda delle indicazioni di progetto, con solai di uno dei tipi descritti negli articoli successivi.

I solai di partizione orizzontale (interpiano) e quelli di copertura dovranno essere previsti per sopportare, a seconda della destinazione dei locali, i carichi comprensivi degli effetti dinamici ordinari, di cui ai punti 3.3.1 e 3.3.2 del decreto ministeriale 12 febbraio 1982 << *Aggiornamento delle norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi* >>.

L'Appaltatore dovrà provvedere ad assicurare solidamente alla faccia inferiore di tutti i solai ganci di ferro appendilumi nel numero, nella forma e nella posizione che, a sua richiesta, sarà precisato dalla Direzione dei lavori.

### *Solai su travi e travetti di legno*

Le travi principali di legno avranno le dimensioni e le distanze che saranno indicate in relazione alla luce e al sovraccarico.

I travetti (secondari) saranno collocati alla distanza, fra asse e asse, corrispondente alla lunghezza delle tavelle che dovranno essere collocate su di essi, mentre sull'estradosso delle tavelle dovrà essere disteso uno strato di calcestruzzo magro di calce idraulica formato con ghiaietto fino e altro materiale inerte.

### *Solai su travi di ferro a doppio T (putrelle) con voltine di mattoni (pieni o forati) o con elementi laterizi interposti*

Questi solai saranno composti dalle travi, dai copriferri, dalle voltine di mattoni (pieni o forati) o dai tavelloni o dalle volterrane e infine dal riempimento.

Le travi saranno delle dimensioni previste nel progetto e collocate alla distanza prescritta; in ogni caso tale distanza non sarà superiore a 1 m. Prima del loro collocamento in opera, dovranno essere protette con trattamento anticorrosivo e forate per l'applicazione delle chiavi, dei tiranti e dei tondini di armatura delle piattabande.

Le chiavi saranno applicate agli estremi delle travi alternativamente (cioè, una con le chiavi e la successiva senza), e i tiranti trasversali, per le travi lunghe più di 5 m, a distanza non maggiore di 2,50 m.

Le voltine di mattoni pieni o forati saranno eseguite a una testa in malta comune o in foglio con malta di cemento a rapida presa, con una freccia variabile fra 5 e 10 cm.

Qualora la freccia superi i 5 cm, dovranno intercalarsi, fra i mattoni delle voltine, delle grappe di ferro per meglio assicurare l'aderenza della malta di riempimento dell'intradosso.

I tavelloni e le volterrane saranno appoggiati alle travi con l'interposizione di copriferri.

Le voltine di mattoni, le volterrane e i tavelloni saranno poi ricoperti sino all'altezza dell'ala superiore della trave e dell'estradosso delle voltine e volterrane, se più alto, con scoria leggera di fornace o pietra pomice o altri inerti leggeri impastati con malta magra fino a intasamento completo.

Quando la faccia inferiore dei tavelloni o delle volterrane debba essere intonacata sarà opportuno applicarvi preventivamente uno strato di malta cementizia al fine di evitare eventuali distacchi dell'intonaco stesso.

#### *Solai di cemento armato o misti: generalità e classificazione*

Nei punti successivi verranno illustrati esclusivamente i solai realizzati in calcestruzzo armato o in calcestruzzo armato precompresso o misti in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso e blocchi in laterizio o in altri materiali, sia eseguiti in opera che formati dall'associazione di elementi prefabbricati.

Per tutti i tipi di solai valgono le prescrizioni già date per le opere in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso e, in particolare, quelle contenute nel decreto ministeriale 9 gennaio 1996 << *Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in calcestruzzo armato normale e precompresso ed a struttura metallica* >>.

I solai di calcestruzzo armato o misti sono così classificati:

- solai con getto pieno, di calcestruzzo armato o di calcestruzzo armato precompresso;
- solai misti di calcestruzzo armato, calcestruzzo armato precompresso e blocchi interposti di alleggerimento collaboranti e non, di laterizio o altro materiale;
- solai realizzati dall'associazione di elementi di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso prefabbricati con unioni e/o getti di completamento.

Per i solai del tipo 1), valgono integralmente le prescrizioni del precedente articolo 35, mentre i solai del tipo 2) e 3) sono soggetti anche alle norme complementari riportate nei successivi punti.

#### *Solai misti di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso e blocchi forati di laterizio*

I solai misti di cemento armato normale precompresso e blocchi forati di laterizio si suddividono nelle seguenti categorie:

1. solai con blocchi aventi funzione principale di alleggerimento;
2. solai con blocchi aventi funzione statica in collaborazione con il conglomerato.

I blocchi di cui al punto 2) dovranno essere conformati in modo che nel solaio in opera sia assicurata con continuità la trasmissione degli sforzi dall'uno all'altro elemento.

Nel caso si richieda al laterizio il concorso alla resistenza agli sforzi tangenziali, si dovranno usare elementi monoblocco disposti in modo che nelle file adiacenti, comprendenti una nervatura di conglomerato, i giunti risultino sfalsati tra loro. In ogni caso, ove sia prevista una soletta di conglomerato staticamente integrativa di altra di laterizio, quest'ultima dovrà avere forma e finitura tali da assicurare la solidarietà ai fini della trasmissione degli sforzi tangenziali.

Per entrambe le categorie il profilo dei blocchi delimitante la nervatura di conglomerato, da gettarsi in opera, non deve presentare risvolti che ostacolino il deflusso di calcestruzzo e restringano la sezione delle nervature stesse.

La larghezza minima delle nervature di calcestruzzo per solai con nervature gettate o completate in opera non dovrà essere minore di 1/8 dell'interasse e comunque non inferiore a 8 cm.

Nel caso di produzione di serie, in stabilimento, di pannelli di solaio completi, il limite minimo predetto potrà scendere a 5 cm.

L'interasse delle nervature non potrà in ogni caso essere maggiore di 15 volte lo spessore medio della soletta, mentre il blocco interposto dovrà avere dimensione massima inferiore a 52 cm.

### *Caratteristiche dei blocchi.*

#### 1) Spessore delle pareti e dei setti dei blocchi

Lo spessore delle pareti orizzontali compresse non dovrà essere inferiore a 8 mm, così come quello delle pareti perimetrali, mentre quello dei setti non dovrà essere minore di 7 mm.

Tutte le intersezioni dovranno essere raccordate con raggio di curvatura, al netto delle tolleranze, maggiori di 3 mm. Si dovranno adottare forme semplici, caratterizzate da setti rettilinei e allineati, particolarmente in direzione orizzontale, con setti il cui rapporto spessore/lunghezza sia il più possibile uniforme.

Il rapporto fra l'area complessiva dei fori e l'area lorda delimitata dal perimetro della sezione del blocco non dovrà risultare maggiore di  $0,6/0,625 h$ , essendo  $h$  l'altezza del blocco in metri.

#### 2) Caratteristiche fisico-meccaniche

La resistenza caratteristica a compressione, riferita alla sezione netta delle pareti e delle costolature, dovrà risultare non minore di:

- $30 \text{ N/mm}^2$  nella direzione dei fori;
- $15 \text{ N/mm}^2$  nella direzione trasversale ai fori;  
per i blocchi di cui alla categoria *a2*), e non minore di:
- $15 \text{ N/mm}^2$  nella direzione dei fori;
- $5 \text{ N/mm}^2$  nella direzione trasversale ai fori;  
per i blocchi di cui alla categoria *a1*).

La resistenza caratteristica a trazione per flessione dovrà essere non minore di:

- $10 \text{ N/mm}^2$  per i blocchi di tipo *a2*);
- e non minore di:
- $7 \text{ N/mm}^2$  per i blocchi di tipo *a1*).

Speciale cura dovrà essere rivolta al controllo dell'integrità dei blocchi, con particolare riferimento all'eventuale presenza di fessurazioni.

#### 3) Spessore minimo dei solai

Lo spessore dei solai a portanza unidirezionale, che non siano di semplice copertura, non potrà essere minore di  $1/25$  della luce di calcolo e in nessun caso scendere al di sotto di 12 cm.

Per i solai costituiti da travetti precompressi e blocchi interposti, il predetto limite può scendere a  $1/30$  della luce.

Le deformazioni dovranno risultare compatibili con le condizioni di esercizio del solaio e degli elementi costruttivi e impiantistici a esso collegati.

#### 4) Spessore minimo della soletta

Nei solai del tipo *a1*), lo spessore minimo del calcestruzzo della soletta di conglomerato non dovrà essere minore di 4 cm.

Nei solai del tipo *a2*), per i quali può essere omessa la soletta di calcestruzzo, la zona rinforzata di laterizio, per altro sempre rasata con calcestruzzo, può essere considerata collaborante e, pertanto, dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

- avere uno spessore non minore di  $1/5$  dell'altezza nel caso di solai con altezza fino a 25 cm e non inferiore a 5 cm nel caso di solai con altezza maggiore;
- avere l'area effettiva dei setti e delle pareti, misurata in qualunque sezione normale alla direzione dello sforzo di compressione, non minore del 50% della superficie lorda.

#### 5) Protezione delle armature

Nei solai, la cui armatura è collocata entro scanalature, qualunque superficie metallica deve risultare contornata in ogni direzione da uno spessore minimo di 5 mm di malta cementizia.

Qualora l'armatura sia collocata entro la nervatura, le dimensioni di questa devono essere tali da consentire il rispetto dei seguenti limiti:

- distanza netta tra armatura e blocco 8 mm;
- distanza netta tra armatura e armatura 10 mm.

Per quanto attiene alla distribuzione delle armature, trasversali, longitudinali e di resistenza al taglio, si farà riferimento alle citate norme contenute nel decreto ministeriale 9 gennaio 1996.

In fase di esecuzione, prima di procedere ai getti, i laterizi dovranno essere convenientemente bagnati.

Gli elementi con rilevati difetti di origine o danneggiati durante la movimentazione dovranno essere eliminati.

#### 6) Conglomerati per i getti in opera

Si dovrà studiare la composizione del getto in modo da evitare rischi di segregazione o la formazione di nidi di ghiaia e ridurre l'entità delle deformazioni differite.

Il diametro massimo degli inerti impiegati non dovrà superare 1/5 dello spessore minimo delle nervature né la distanza netta minima tra le armature.

Il getto dovrà essere costipato in modo da garantire l'avvolgimento delle armature e l'aderenza sia con i blocchi sia con eventuali altri elementi prefabbricati.

#### *Solai prefabbricati*

Tutti gli elementi prefabbricati di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso destinati alla formazione di solai privi di armatura resistente al taglio o con spessori, anche locali, inferiori ai 4 cm, devono essere prodotti in serie controllata. Tale prescrizione è obbligatoria anche per tutti gli elementi realizzati con calcestruzzo di inerte leggero o calcestruzzo speciale.

Per gli orizzontamenti in zona sismica, gli elementi prefabbricati devono avere almeno un vincolo che sia in grado di trasmettere le forze orizzontali a prescindere dalle resistenze di attrito. Non sono comunque ammessi vincoli a comportamento fragile.

Quando si assuma l'ipotesi di comportamento a diaframma dell'intero orizzontamento, gli elementi dovranno essere adeguatamente collegati tra di loro e con le travi o coi cordoli di testata laterali.

#### *Solai misti di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso e blocchi diversi dal laterizio*

##### 1) Classificazione

I blocchi con funzione principale di alleggerimento possono essere realizzati anche con materiali diversi dal laterizio (calcestruzzo leggero di argilla espansa, calcestruzzo normale sagomato, materie plastiche, elementi organici mineralizzati, ecc.).

Il materiale dei blocchi deve essere stabile dimensionalmente.

Ai fini statici, si distinguono due categorie di blocchi per solai:

- \* blocchi collaboranti;
- \* blocchi non collaboranti.

#### *Blocchi collaboranti*

Devono avere il modulo elastico compreso tra 8 e 25 kN/mm<sup>2</sup>, essere totalmente compatibili con il conglomerato con cui collaborano sulla base dei dati e delle caratteristiche dichiarate dal produttore e verificate dalla direzione dei lavori, nonché soddisfare a tutte le caratteristiche fissate per i blocchi di laterizio della categoria a2).

#### *Blocchi non collaboranti*

Devono avere modulo elastico inferiore a  $8 \text{ kN/mm}^2$  e svolgere funzioni di solo alleggerimento.

I solai con blocchi non collaboranti richiedono necessariamente una soletta di ripartizione, dello spessore minimo di 4 cm, armata opportunamente e dimensionata per la flessione trasversale. Il profilo e le dimensioni dei blocchi devono essere tali da soddisfare le prescrizioni dimensionali imposte per i blocchi di laterizio non collaboranti.

## 2) Spessori minimi

Per tutti i solai, così come per i componenti collaboranti, lo spessore delle singole parti di calcestruzzo contenenti armature di acciaio non potrà essere minore di 4 cm.

### *Solai realizzati con l'associazione di elementi di calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso prefabbricati*

Oltre alle prescrizioni indicate nei punti precedenti, in quanto applicabili, sono da tenere presenti le seguenti.

#### a) L'altezza minima non può essere minore di 8 cm.

Nel caso di solaio vincolato in semplice appoggio monodirezionale, il rapporto tra luce di calcolo e lo spessore del solaio non deve essere superiore a 25.

Per solai costituiti da pannelli piani, pieni o alleggeriti, prefabbricati precompressi (tipo 3) senza soletta integrativa, in deroga alla precedente limitazione, il rapporto sopra indicato può essere portato a 35.

Per i solai continui, in relazione al grado di incastro o di continuità realizzato agli estremi, tale rapporto può essere incrementato fino a un massimo del 20%.

È ammessa deroga alle prescrizioni di cui sopra, qualora dai calcoli, condotti con riferimento al reale comportamento della struttura (messa in conto dei comportamenti non lineari, fessurazione, affidabili modelli di previsione viscosa, ecc.) anche eventualmente integrati da idonee sperimentazioni su prototipi, emerga che non siano superati i limiti indicati nel decreto ministeriale 9 gennaio 1996.

Le deformazioni dovranno risultare in ogni caso compatibili con le condizioni di esercizio del solaio e degli elementi costruttivi e impiantistici a esso collegati.

#### b) Solai alveolari

Nel caso dei solai alveolari, per elementi privi di armatura passiva d'appoggio, il getto integrativo deve estendersi all'interno degli alveoli interessati dall'armatura aggiuntiva per un tratto almeno pari alla lunghezza di trasferimento della precompressione.

#### c) Solai con getto di completamento

La soletta gettata in opera deve avere uno spessore non inferiore a 4 cm ed essere dotata di un'armatura di ripartizione a maglia incrociata.

### *Consolidamento statico dei solai*

Il consolidamento statico dei solai dovrà puntare al soddisfacimento dei seguenti requisiti fondamentali:

- resistenza adeguata ai carichi previsti in fase di utilizzazione;
- in relazione a detti carichi, rigidzze (trasversali e nel proprio piano) sufficienti ad assicurare sia la funzionalità in esercizio dell'elemento strutturale, sia la funzione di diaframma di collegamento e ripartizione tra le strutture verticali;
- collegamento efficace con le murature verticali, agli effetti delle trasmissioni degli sforzi.

I primi due requisiti, nel caso di solai in legno, potranno essere agevolmente conseguiti, ad esempio, inchiodando al tavolato esistente uno strato di tavole ortogonali alle precedenti di conveniente spessore ( $S \geq 3 \text{ cm}$ ), oppure realizzando una soletta di calcestruzzo armato di sufficiente spessore per assicurare resistenza e rigidzza alla struttura mista finale (legno - cemento armato).

Qualora i solai siano così deteriorati da non possedere adeguata rigidità nel proprio piano, dovranno essere sostituiti o rinforzati.

Nel caso si impieghino travetti prefabbricati in cemento armato ordinario o precompresso, si dovrà disporre un'apposita armatura di collegamento dei travetti alle strutture perimetrali in modo da costituire un efficace ancoraggio sia agli effetti della trasmissione del momento negativo, sia della forza di taglio che delle azioni normali alla parete.

L'ancoraggio alle murature verticali potrà essere realizzato a mezzo dell'esecuzione di un cordolo in cemento armato, di altezza non inferiore a quella del solaio in corrispondenza di ciascun orizzontamento, oppure con il consolidamento della muratura in corrispondenza degli orizzontamenti mediante iniezioni di miscele leganti armate. In quest'ultimo caso le perforazioni potranno essere eseguite trasversalmente alle murature, con andamento incrociato e inclinazione tale da interessare un'altezza pari almeno a quella del solaio, oppure orizzontalmente e parallelamente all'asse della muratura, completandole in tal caso, eventualmente, con cuciture d'angolo, in modo da legare solidamente tutti gli elementi componenti la compagine strutturale. In alternativa, per le strutture più modeste, potrà essere sufficiente anche un collegamento discontinuo che, nel caso di solai in legno, potrà realizzarsi mediante piatti metallici d'ancoraggio chiodati alle travi, passanti in fori predisposti nei muri e successivamente sigillati con malta cementizia.

Infine per solai in legno con cappa in calcestruzzo e solai latero-cementizi di nuova costruzione, un sufficiente collegamento potrà essere costituito da un cordolo continuo in cemento armato a spessore parziale o semplicemente in aderenza, provvisto di cunei di ancoraggio passanti attraverso le murature e opportunamente armati.

## **Art. 19 Strutture in acciaio**

### *Generalità*

Le strutture in acciaio dovranno essere progettate e costruite tenendo conto di quanto disposto dalla legge 5 novembre 1971, n. 1086 << *Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica* >>, dalla legge 2 febbraio 1974, n. 64 << *Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche* >>, dalle circolari e dai decreti ministeriali in vigore attuativi di tali leggi.

## **Art. 20 Acciaio per strutture metalliche**

### *Generalità*

L'acciaio per strutture metalliche deve rispondere alle prescrizioni delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005.

Possono essere impiegati prodotti conformi ad altre specifiche tecniche qualora garantiscano un livello di sicurezza equivalente e tale da soddisfare i requisiti essenziali della direttiva 89/106/CEE. Tale equivalenza sarà accertata dal Ministero delle Infrastrutture, Servizio Tecnico Centrale.

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

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche indicate nel seguito, il prelievo dei saggi, la posizione nel pezzo da cui essi devono essere prelevati, la preparazione delle provette e le modalità di prova sono rispondenti alle prescrizioni delle norme UNI EN ISO 377, UNI 552, UNI EN 10002-1, UNI EN 10045 -1.

Le tolleranze di fabbricazione devono rispettare i limiti previsti dalla EN 1090.

In sede di progettazione si possono assumere convenzionalmente i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

modulo elastico  $E = 210.000 \text{ N/mm}^2$   
modulo di elasticità trasversale  $G = E/2(1 + \nu) \text{ N/mm}^2$   
coefficiente di Poisson  $\nu = 0,3$   
coefficiente di espansione termica lineare  $\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$   
(per temperature fino a  $100 \text{ } ^\circ\text{C}$ )  
densità  $\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$

#### *Acciaio laminato*

##### *Prodotti piani e lunghi*

Gli acciai di uso generale laminati a caldo, in profilati, barre, larghi piatti e lamiere devono appartenere a uno dei tipi previsti nella norma EN 10025-1÷6 e devono essere in possesso di attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale secondo le procedure di cui al punto 18.2.4.8.

Il produttore dichiara, nelle forme previste, le caratteristiche tecniche di cui al prospetto ZA.I dell'appendice ZA della norma europea EN 10025-1. Tali caratteristiche devono rispettare i limiti previsti nelle medesime specifiche tecniche.

Tali caratteristiche sono contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.P.R. n. 246/1993.

##### *Profilati cavi*

Gli acciai di uso generale in forma di profilati cavi (anche tubi saldati provenienti da nastro laminato a caldo), devono appartenere a uno dei tipi aventi le caratteristiche meccaniche riportate nelle specifiche norme europee elencate nella successiva tabella 18.1 nelle classi di duttilità JR, JO, J2 e K2.

Il produttore dichiara le caratteristiche tecniche che devono essere contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.P.R. n. 246/1993.

Le caratteristiche tecniche per i profilati cavi devono essere in accordo con quanto previsto dalle tabelle delle norme di riferimento: EN 10210-1 e EN 10219-1, e riassunte come riportato nella tabella seguente:

| ACCIAIO                                 | NORMA EUROPEA | TABELLE DI RIFERIMENTO  |
|---|---------------|---|
| Profilati cavi finiti a caldo           | EN 10210-1    | Non legati: A1, A.2, A.3<br>A grano fine: B1, B.2 - B.3   |
| Profilati cavi saldati formati a freddo | EN 10219-1    | A1, A2, A3<br>Materiale di partenza allo stato:<br>Normalizzato: B1, B3, B4<br>Termomeccanico: B2, B3, B5 |

Le prove ed i metodi di misura sono quelli previsti dalle norme suddette.

#### *Fornitura dei prodotti laminati*

Per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato al rispettivo punto.

#### *Acciaio per getti*

Per l'esecuzione di parti in getti si devono impiegare getti di acciaio Fe G 400, Fe G 450, Fe G 520 UNI 3158 ed UNI 3158 FA 152-85 o equivalenti.

Quando tali acciai debbano essere saldati, devono sottostare alle stesse limitazioni di composizione chimica previste per gli acciai laminati di resistenza similare.

#### *Acciaio per strutture saldate*

##### *Composizione chimica degli acciai*

Gli acciai da saldare, oltre a soddisfare le condizioni indicate al punto 18.2.1, devono avere composizione chimica contenuta entro i limiti previsti dalle norme europee applicabili.

##### *Fragilità alle basse temperature*

La temperatura minima alla quale l'acciaio di una struttura saldata può essere utilizzato senza pericolo di rottura fragile, in assenza di dati più precisi, deve essere stimata sulla base della temperatura T alla quale per detto acciaio può essere garantita una resilienza KV, secondo le norme europee applicabili.

La temperatura T deve risultare minore o uguale a quella minima di servizio per elementi importanti di strutture saldate soggetti a trazione con tensione prossima a quella limite aventi spessori maggiori di 25 mm e forme tali da produrre sensibili concentrazioni locali di sforzi, saldature di testa o d'angolo non soggette a controllo, od accentuate deformazioni plastiche di formatura. A parità di altre condizioni, via via che diminuisce lo spessore, la temperatura T può innalzarsi a giudizio del progettista fino ad una temperatura di circa 30 °C maggiore di quella minima di servizio per spessori dell'ordine di 10 millimetri.

Un aumento può aver luogo anche per spessori fino a 25 mm via via che l'importanza dell'elemento strutturale decresce o che le altre condizioni si attenuano.

#### *Bulloni e Chiodi*

##### *Bulloni*

I bulloni - conformi per le caratteristiche dimensionali alle UNI EN ISO 4016 ed alle UNI 5592 devono appartenere alle sotto indicate classi delle UNI EN 20898, associate nel modo indicato nella tabella

|      | <b>Normali</b> |     |     | <b>Ad alta resistenza</b> |      |
|------|----------------|-----|-----|---------------------------|------|
| Vite | 4.6            | 5.6 | 6.8 | 8.8                       | 10.9 |
| Dado | 4              | 5   | 6   | 8                         | 10   |

##### *Bulloni per giunzioni ad attrito*

I bulloni per giunzioni ad attrito devono essere conformi alle prescrizioni della tabella, viti e dadi, devono essere associati come indicato nella tabella che segue.

Viti, dadi, rosette e/o piastrine devono provenire da un unico produttore.

| <b>Element</b> | <b>Materiale</b>   | <b>Riferime</b>      |
|----------------|--|----------------------|
| Viti           | 8.8 - 10.9 secondo UNI EN 898-1                              | UNI 5712             |
| Dadi           | 8 - 10 secondo UNI EN 20898-2                                | UNI 5713             |
| Rosette        | Acciaio C 50 UNI EN 10083-2 temperato e rinvenuto HRC 32÷40  | UNI 5714             |
| Piastrine      | Acciaio C 50 UNI EN 10083-2 temperato e rinvenuto HRC 32÷ 40 | UNI 5715<br>UNI 5716 |

#### *Chiodi*

Per i chiodi da ribadire a caldo si devono impiegare gli acciai previsti dalla UNI EN 10263-1 a 5.

#### *Acciai inossidabili*

Nell'ambito delle indicazioni generali, è consentito l'impiego di acciaio inossidabile per la realizzazione di strutture metalliche.

In particolare per i prodotti laminati la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione ed al controllo.

#### *Procedure di controllo su acciai da carpenteria*

##### *Generalità*

I prodotti assoggettabili al procedimento di qualificazione sono, suddivisi per gamma merceologica, i seguenti:

- laminati mercantili, travi ad ali parallele del tipo IPE e HE, travi aIe profilati a U;
- lamiere e nastri, travi saldate e profilati aperti saldati;
- profilati cavi circolari, quadrati o rettangolari senza saldature o saldati.

#### *Elementi di lamiera grecata e profilati formati a freddo*

Gli elementi di lamiera grecata ed i profilati formati a freddo, ivi compresi i profilati cavi saldati non sottoposti a successive deformazioni o trattamenti termici, devono essere realizzati utilizzando lamiere o nastri di origine, qualificati secondo le procedure indicate ai successivi punti.

Il produttore dichiara, nelle forme, previste, le caratteristiche tecniche di cui al prospetto ZA.1 dell'appendice ZA della norma europea EN 14782. Tali caratteristiche devono rispettare i limiti previsti nelle medesime specifiche tecniche.

Tali caratteristiche sono contenute nelle informazioni che accompagnano l'attestato di qualificazione ovvero, quando previsto, la marcatura CE di cui al D.P.R. n. 246/1993.

I produttori possono, in questo caso, derogare dagli adempimenti previsti al punto 11.2.1. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005, relativamente ai controlli sui loro prodotti (sia quelli interni che quelli da parte del laboratorio incaricato) ma devono fare riferimento alla documentazione di accompagnamento dei materiali di base, qualificati all'origine, da essi utilizzati.

Il produttore di lamiera grecata deve dotarsi di un sistema di controllo della lavorazione allo scopo di assicurare che le lavorazioni effettuate non comportino alterazioni delle caratteristiche meccaniche dei prodotti e che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme UNI EN 9001 e certificato da parte un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI EN 45012.

I produttori sono tenuti a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la fabbricazione

dei prodotti, realizzati con materiale base qualificato.

I prodotti finiti devono essere marcati, secondo le modalità previste dal punto 11.2.1. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005 ed il marchio deve essere depositato presso il Servizio Tecnico Centrale.

La dichiarazione sopracitata ed il deposito del marchio, devono essere confermati annualmente al Servizio Tecnico Centrale, con una dichiarazione attestante che nulla è variato, nel prodotto e nel processo produttivo, rispetto al precedente deposito, ovvero siano descritte le avvenute variazioni.

Il Servizio Tecnico Centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere devono indicare gli estremi della certificazione di controllo di produzione in fabbrica, ed inoltre ogni fornitura in cantiere deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

#### *Controlli in stabilimento*

##### *Suddivisione dei prodotti*

Sono prodotti qualificabili sia quelli raggruppabili per colata che quelli per lotti di produzione.

Ai fini delle prove di qualificazione e di controllo, i prodotti nell'ambito di ciascuna gamma merceologica, sono raggruppabili per gamme di spessori così come definito nelle norme UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1.

Sempre agli stessi fini, sono raggruppabili anche i diversi gradi di acciai (JR, J0, J2, K2), sempre che siano garantite per tutti le caratteristiche del grado superiore del raggruppamento.

Un lotto di produzione è costituito da un quantitativo di 40 t, o frazione residua, per ogni profilo, qualità e gamma di spessore, senza alcun riferimento alle colate che sono state utilizzate per la loro produzione. Per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione corrisponde all'unità di collaudo come definita dalle norme UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 in base al numero dei pezzi.

##### *Prove di qualificazione*

Ai fini della qualificazione il produttore deve produrre una idonea documentazione sulle caratteristiche chimiche ove pertinenti e meccaniche riscontrate per quelle qualità e per quei prodotti che intende qualificare.

La documentazione deve essere riferita ad una produzione consecutiva relativa ad un periodo di tempo di al meno sei mesi e ad un quantitativo di prodotti tale da fornire un quadro statisticamente significativo della produzione stessa e comunque  $\geq 2.000$  t oppure ad un numero di colate o di lotti  $\geq 25$ .

Tale documentazione di prova deve basarsi sui dati sperimentali rilevati dal produttore, integrati dai risultati delle prove di qualificazione effettuate a cura di un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, incaricato dal produttore stesso.

Le prove di qualificazione devono riferirsi a ciascun tipo di prodotto, inteso individuato da gamma merceologica, classe di spessore e qualità di acciaio, ed essere relative al rilievo dei valori caratteristici; per ciascun tipo verranno eseguite almeno 30 prove su saggi appositamente prelevati.

La documentazione del complesso delle prove meccaniche deve essere elaborata in forma statistica calcolando, per lo snervamento e la resistenza a rottura, il valore medio, lo scarto quadratico medio e il relativo valore caratteristico delle corrispondenti distribuzioni di frequenza.

### *Controllo continuo della qualità della produzione*

Il servizio di controllo interno della qualità dello stabilimento produttore deve predisporre un'accurata procedura atta a mantenere sotto controllo con continuità tutto il ciclo produttivo.

In particolare, per quanto riguarda i prodotti finiti, deve procedere ad una rilevazione di tutte le caratteristiche chimiche ove applicabili e meccaniche previste dalle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005.

La rilevazione dei dati di cui sopra deve essere ordinata cronologicamente su appositi registri distinti per qualità, per prodotto o per gruppi di prodotti (come sopra indicato) e per gamme di spessori, come specificato nella norma di prodotto.

Per ogni colata, o per ogni lotto di produzione, contraddistinti dal proprio numero di riferimento, viene prelevato dal prodotto finito un saggio per colata e comunque un saggio ogni 80 t oppure un saggio per lotto e comunque un saggio ogni 40 t o frazione; per quanto riguarda i profilati cavi, il lotto di produzione è definito dalle relative norme UNI di prodotto, in base al numero dei pezzi.

Dai saggi di cui sopra verranno ricavati i provini per la determinazione delle caratteristiche chimiche e meccaniche previste dalle norme UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 rilevando il quantitativo in tonnellate di prodotto finito cui la prova si riferisce.

Per quanto concerne  $f_y$  e  $f_t$  i dati singoli raccolti, suddivisi per qualità e prodotti (secondo le gamme dimensionali) vengono riportati su idonei diagrammi per consentire di valutare statisticamente nel tempo i risultati della produzione rispetto alle prescrizioni delle presenti norme tecniche.

I restanti dati relativi alle caratteristiche chimiche, di resilienza e di allungamento vengono raccolti in tabelle e conservati, dopo averne verificato la rispondenza alle norme UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 per quanto concerne le caratteristiche chimiche e, per quanto concerne resilienza e allungamento, alle prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie EN 10025 ovvero delle tabelle di cui alle norme europee EN 10210 ed EN 10219 per i profilati cavi.

È cura e responsabilità del produttore individuare, a livello di colata o di lotto di produzione, gli eventuali risultati anomali che portano fuori limiti la produzione e di provvedere ad ovviarne le cause. I diagrammi sopra indicati devono riportare gli eventuali dati anomali.

I prodotti non conformi devono essere deviati ad altri impieghi, previa punzonatura di annullamento, e tenendone esplicita nota nei registri.

La documentazione raccolta presso il controllo interno di qualità dello stabilimento produttore deve essere conservata a cura del produttore.

### *Verifica periodica della qualità*

Il laboratorio incaricato effettua periodicamente a sua discrezione e senza preavviso, almeno ogni sei mesi, una visita presso lo stabilimento produttore nel corso della quale su tre tipi di prodotto, scelti di volta in volta tra qualità di acciaio, gamma merceologica e classe di spessore, effettuerà per ciascun tipo non meno di 30 prove a trazione su provette ricavate sia da saggi prelevati direttamente dai prodotti sia da saggi appositamente accantonati dal produttore in numero di almeno 2 per colata o lotto di produzione, relativa alla produzione intercorsa dalla visita precedente.

Inoltre il laboratorio incaricato effettua le altre prove previste (resilienza e analisi chimiche) sperimentando su provini ricavati da 3 campioni per ciascun tipo sopradetto.

Infine si controlla che siano rispettati i valori minimi prescritti per la resilienza e quelli massimi per le analisi chimiche.

Nel caso che i risultati delle prove siano tali per cui viene accertato che i limiti prescritti non siano rispettati, vengono prelevati altri saggi (nello stesso numero) e ripetute le prove.

Ove i risultati delle prove, dopo ripetizione, fossero ancora insoddisfacenti, il laboratorio incaricato sospende le verifiche della qualità dandone comunicazione al Servizio Tecnico Centrale e ripete la qualificazione dopo che il produttore ha avviato alle cause che hanno dato luogo al risultato insoddisfacente.

Per quanto concerne le prove di verifica periodica della qualità per gli acciai con snervamento o resistenza inferiori al tipo S235, si utilizza un coefficiente di variazione pari a 9%.

Per gli stessi acciai con caratteristiche comprese tra i tipi S235 ed S355, si utilizza un coefficiente di variazione pari all'8%.

Per gli stessi acciai con snervamento o rottura superiore al tipo S355 si utilizza un coefficiente di variazione pari al 6%.

Per tali acciai la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua nell'ultimo semestre ed anche nei casi in cui i quantitativi minimi previsti non siano rispettati, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

#### *Controlli su singole colate*

Negli stabilimenti soggetti a controlli sistematici, i produttori possono richiedere di loro iniziativa di sottoporsi a controlli, eseguiti a cura di un Laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, su singole colate di quei prodotti che, per ragioni produttive, non possono ancora rispettare le condizioni quantitative minime per qualificarsi.

Le prove da effettuare sono quelle relative alle UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 ed i valori da rispettare sono quelli di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie EN 10025 ovvero delle tabelle di cui alle norme europee EN 10210 ed EN 10219 per i profilati cavi.

#### *Officine di trasformazione*

Si definisce officina di trasformazione un impianto che riceve dal produttore di acciaio elementi base e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili in opere in acciaio.

L'officina di trasformazione può ricevere e lavorare solo prodotti qualificati all'origine, accompagnati dalla documentazione prevista dall'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale.

Particolare attenzione deve essere posta nel caso in cui nell'officina di trasformazione, vengono utilizzati elementi base, comunque qualificati, ma provenienti da produttori differenti, attraverso specifiche procedure documentate nel controllo di produzione in fabbrica.

Il trasformatore deve dotarsi di un sistema di gestione della qualità del processo di lavorazione e deve assicurarsi che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla consegna.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme UNI EN 9001 e certificato da parte un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme UNI EN 45012.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di elementi strutturali devono comprendere l'attestato di qualificazione del Servizio Tecnico Centrale degli elementi base e il certificato del sistema di gestione della qualità.

Tutti i prodotti forniti in cantiere dopo l'intervento di un trasformatore intermedio devono essere dotati di una specifica marcatura che identifichi in modo inequivocabile l'officina di trasformazione stessa, in aggiunta alla marcatura del prodotto di origine; tale marcatura sarà depositata presso il Servizio Tecnico Centrale.

Le officine di trasformazione sono identificate come "luogo di lavorazione" e, come tali, sono tenute ad effettuare i controlli obbligatori previsti in cantiere.

A tal fine è fatto obbligo a tali officine di nominare un Direttore Tecnico dello stabilimento che assume le responsabilità affidate, per norma, al direttore dei lavori.

L'esecuzione delle prove presso l'officina di trasformazione non esclude che il direttore dei lavori dell'opera, nell'ambito della propria discrezionalità, possa effettuare in cantiere tutti gli eventuali ulteriori controlli che ritenga opportuni.

Le officine di trasformazione sono tenute a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la loro attività, indicando la loro organizzazione, i procedimenti di saldatura e di sagomatura impiegati, i materiali utilizzati, nonché le modalità di marcatura per l'identificazione dell'officina nonché fornire copia della certificazione del sistema di gestione della qualità.

Nella dichiarazione deve, inoltre, essere indicato l'impegno ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine.

Alla dichiarazione deve essere allegata la nota di incarico al Direttore Tecnico dell'officina, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità sui controlli sui materiali

Il Servizio Tecnico Centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione di cui sopra.

La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al Servizio Tecnico Centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato rispetto al precedente deposito, ovvero siano descritte le avvenute variazioni.

Ogni fornitura in cantiere di elementi strutturali deve essere accompagnata, in aggiunta alla documentazione relativa all'attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale, da copia dei certificati delle prove fatte eseguire dal direttore tecnico responsabile dello stabilimento e della sopra citata dichiarazione.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

#### *Centri di prelaborazione di componenti strutturali*

Si definiscono centri di prelaborazione o di servizio, quegli impianti che, ricevendo dai produttori di acciaio elementi base (prodotti lunghi e/o piani) realizzano elementi singoli prelaborati che vengono successivamente utilizzati dalle officine di trasformazione per la realizzazione di strutture complesse nell'ambito delle costruzioni.

Il centro di prelaborazione deve dotarsi di un sistema di garanzia della qualità delle lavorazioni allo scopo di assicurare che le lavorazioni effettuate non comportino alterazioni delle caratteristiche meccaniche del materiale e che il prodotto finito abbia i requisiti previsti dalle presenti norme.

È fatto obbligo a tali centri di nominare un responsabile tecnico che dovrà certificare che tutte le prelaborazioni siano state eseguite in conformità alle specifiche richieste. Tale documentazione sarà trasmessa insieme con la specifica fornitura e farà parte della documentazione finale relativa alle trasformazioni successive.

#### *Controlli in cantiere*

I controlli in cantiere sono obbligatori.

Devono essere effettuate per ogni fornitura minimo 3 prove, di cui almeno una sullo spessore massimo ed una sullo spessore minimo.

I dati sperimentali ottenuti devono soddisfare le prescrizioni di cui alle tabelle delle corrispondenti norme europee della serie EN 10025 ovvero delle tabelle per i profilati cavi per quanto concerne l'allungamento e la resilienza, nonché delle norme UNI EN 10025, UNI EN 10210-1 e UNI EN 10219-1 per le caratteristiche chimiche.

Ogni singolo valore della tensione di snervamento e di rottura non deve risultare inferiore ai limiti tabellari.

Deve inoltre essere controllato che le tolleranze di fabbricazione rispettino i limiti indicati nella EN 1090 e che quelle di montaggio siano entro i limiti indicati dal progettista. In mancanza deve essere verificata la sicurezza con riferimento alla nuova geometria.

### *Prelievo e domanda di prova al laboratorio*

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del direttore dei lavori, ovvero dal direttore tecnico, o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc, che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

La domanda di prove al laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori ovvero dal direttore tecnico e deve essere integrata dalla dichiarazione di impegno, rilasciata dal legale rappresentante dello officina di trasformazione, ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine e dalla nota di incarico al Direttore Tecnico dell'officina di trasformazione, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità sui controlli sui materiali e deve contenere precise indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo. In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai fini del D.M. 14 settembre 2005 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

### *Certificato di prova*

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del direttore dei lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i risultati delle prove eseguite.

I certificati devono, inoltre, riportare l'indicazione del marchio identificativo rilevato. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio tecnico centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza con riferimento alle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

### *Bulloni e chiodi*

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica devono dotarsi di un sistema di gestione della qualità del processo produttivo per assicurare che il prodotto abbia i requisiti previsti dalle presenti norme e che tali requisiti siano costantemente mantenuti fino alla posa in opera.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme UNI EN 9001 e certificato, con livello di attestazione della qualità 2+, da parte di un organismo notificato, che opera in coerenza con le norme UNI EN 45012.

I documenti che accompagnano ogni fornitura in cantiere di bulloni o chiodi da carpenteria devono indicare gli estremi della certificazione del sistema di gestione della qualità.

I produttori di bulloni e chiodi per carpenteria metallica sono tenuti a dichiarare al Servizio Tecnico Centrale la loro attività, con specifico riferimento al processo produttivo ed al controllo di produzione in fabbrica, fornendo copia della certificazione del sistema di gestione della qualità.

La dichiarazione sopra citata deve essere confermata annualmente al Servizio

Tecnico Centrale, con allegata una dichiarazione attestante che nulla è variato, nel prodotto e nel processo produttivo, rispetto al precedente deposito, ovvero siano descritte le avvenute variazioni.

Il Servizio Tecnico Centrale attesta l'avvenuta presentazione della dichiarazione.

Ogni fornitura in cantiere o nell'officina di formazione delle carpenterie metalliche, di bulloni o chiodi deve essere accompagnata da copia della dichiarazione sopra citata e della relativa attestazione da parte del Servizio Tecnico Centrale. I controlli di accettazione sono obbligatori e devono rispettare i piani di campionamento e le prescrizioni di cui alla UNI EN 20898/1, della quale si riportano in estratto nella tabella 18.4 i successive tabelle, e UNI EN 20898/2.

**Prospetto IV — Direttiva per i programmi di prova (vedere prospetto V)**

| Dimensioni   | Viti con diametro di filettatura<br>$d \leq 4 \text{ mm}$<br>o con lunghezza nominale $l < 2,5d$ <sup>1)</sup> | Viti con diametro di filettatura<br>$d > 4 \text{ mm}$<br>e con lunghezza nominale $l \geq 2,5d$ |
|--|--|--|
| Prova decisiva<br>per l'accettazione   | ○  | ●  |
| 1) Inoltre, viti con particolari configurazioni della testa e del gambo meno resistenti della parte filettata. |  |  |

**Prospetto V — Programmi di prova A e B per l'accettazione**  
(Questi programmi si riferiscono alle caratteristiche meccaniche e non a quelle chimiche)

| Gruppo di prova |           | Caratteristica   | Programma di prova A |                                    |                      | Programma di prova B |                              |  |   |   |
|-----------------|-----------|--|----------------------|------------------------------------|----------------------|----------------------|------------------------------|--|---|---|
|                 |           |  | Metodo di prova      | Classi di resistenza               |                      | Metodo di prova      | Classi di resistenza         |  |   |   |
|                 |           |  |                      | 3.5, 4.5, 5.5                      | 8.8, 9.8, 10.9, 12.9 |                      | 3.5, 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8 | 8.8, 9.8, 10.9, 12.9                                 |   |   |
| I               | 5.1 e 5.2 | Carico di rottura minimo, $R_m$                                  | 8.1                  | Prova di trazione                  | •                    | •                    | 8.2                          | Prova di trazione <sup>1)</sup>                      | • | • |
|                 | 5.3       | Durezza minima <sup>2)</sup>                                     | 8.3                  | Prova di durezza <sup>3)</sup>     | ○                    | ○                    | 8.3                          | Prova di durezza <sup>3)</sup>                       | ○ | ○ |
|                 | 5.4 e 5.5 | Durezza massima  |                      |                                    | •                    | •                    |                              |  | • | • |
|                 | 5.6       | Durezza massima superficiale                                     |                      |                                    |                      | •                    |                              |  | ○ | • |
| II              | 5.7       | Carico unitario di snervamento minimo, $R_{eL}$                  | 8.1                  | Prova di trazione su provetta      | •                    |                      |                              |  |   |   |
|                 | 5.8       | Carico unitario di scostamento dalla proporzionalità, $R_{p0.2}$ | 8.1                  | Prova di trazione                  |                      | •                    |                              |  |   |   |
|                 | 5.9       | Carico unitario di prova, $S_p$                                  |                      |                                    |                      |                      | 8.4                          | Prova di carico                                      | • | • |
| III             | 5.10      | Allungamento percentuale minimo dopo rottura, $A$ min.           | 8.1                  | Prova di trazione                  | •                    | •                    |                              |  |   |   |
|                 | 5.11      | Resistenza a trazione con appoggio a cuneo <sup>4)</sup>         |                      |                                    |                      |                      | 8.5                          | Prova di trazione con appoggio a cuneo <sup>1)</sup> | • | • |
| IV              | 5.12      | Resilienza minima  | 8.6                  | Prova di resilienza <sup>5)</sup>  | • <sup>6)</sup>      | •                    | 8.6                          |  |   |   |
|                 | 5.13      | Tenacità della testa <sup>7)</sup>                               |                      |                                    |                      |                      | 8.7                          | Prova di tenacità della testa                        | ○ | ○ |
| V               | 5.14      | Zona massima di decarburazione                                   | 8.8                  | Prova di decarburazione            |                      | •                    | 8.8                          | Prova di decarburazione                              |   | • |
|                 | 5.15      | Temperatura minima di rinvenimento                               | 8.9                  | Prova di secondo rinvenimento      |                      | •                    | 8.9                          | Prova di secondo rinvenimento                        |   | • |
|                 | 5.16      | Difetti superficiali   | 8.10                 | Controllo dei difetti superficiali | •                    | •                    | 8.10                         | Controllo dei difetti superficiali                   | • | • |
|                 |           |  |                      |                                    |                      |                      |                              |  |   |   |

1) Se la prova di trazione con appoggio a cuneo è soddisfacente, non è necessario eseguire la prova di trazione assiale su vite.

2) La prova di durezza minima viene eseguita solamente su prodotti aventi lunghezza nominale  $l < 2,5 d$  e su altri prodotti che non possono essere sottoposti a prova di trazione (per esempio, a causa della forma della testa).

3) La prova di durezza può essere eseguita secondo i metodi Vickers, Brinell o Rockwell. In caso di incertezza è comunque decisiva la prova Vickers.

4) Le viti aventi teste di forme particolari che siano meno resistenti della sezione resistente sono escluse dalla prova di trazione con cuneo.

5) Solamente per viti con diametro nominale di filettatura  $d \geq 16$  mm, e solo su richiesta del committente.

6) Solamente per la classe di resistenza 5.6.

7) Solamente per viti di diametro nominale di filettatura  $d \leq 16$  mm e di lunghezza troppo corta per poter eseguire la prova di trazione con appoggio a cuneo.

- 1) Se la prova di trazione con appoggio a cuneo è soddisfacente, non è necessario eseguire la prova di trazione assiale su vite.
- 2) La prova di durezza minima viene eseguita solamente su prodotti aventi lunghezza nominale  $l < 2,5 d$  e su altri prodotti che non possono essere sottoposti a prova di trazione (per esempio, a causa della forma della testa).
- 3) La prova di durezza può essere eseguita secondo i metodi Vickers, Brinell o Rockwell. In caso di incertezza è comunque decisiva la prova Vickers.
- 4) Le viti aventi teste di forme particolari che siano meno resistenti della sezione resistente sono escluse dalla prova di trazione con cuneo.
- 5) Solamente per viti con diametro nominale di filettatura  $d \geq 16$  mm, e solo su richiesta del committente.
- 6) Solamente per la classe di resistenza 5.6.
- 7) Solamente per viti di diametro nominale di filettatura  $d \leq 16$  mm e di lunghezza troppo corta per poter eseguire la prova di trazione con appoggio a cuneo.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del direttore dei lavori, ovvero dal direttore tecnico, o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc, che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

La domanda di prove al laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori ovvero dal direttore tecnico e deve essere integrata dalla dichiarazione di impegno, rilasciata dal legale rappresentante dello officina di trasformazione, ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine e dalla nota di incarico al Direttore Tecnico dell'officina di trasformazione, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità sui controlli sui materiali. In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai fini del D.M. 14 settembre 2005 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

Il direttore dei lavori è tenuto a verificare quanto sopra indicato ed a rifiutare le eventuali forniture non conformi.

### Norme di riferimento

### *Esecuzione*

UNI 552:1986 - Prove meccaniche dei materiali metallici. Simboli, denominazioni e definizioni

UNI 3158:1977 - Acciai non legati di qualità in getti per costruzioni meccaniche di impiego generale. Qualità, prescrizioni e prove

UNI ENV 1090-1:2001 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole generali e regole per gli edifici

UNI ENV 1090-2:2001 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per componenti e lamiere di spessore sottile formati a freddo

UNI ENV 1090-3:2001 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per gli acciai ad alta resistenza allo snervamento

UNI ENV 1090-4:2001 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per strutture reticolari realizzate con profilati cavi

UNI ENV 1090-6:2003 - Esecuzione di strutture di acciaio. Regole supplementari per l'acciaio inossidabile

UNI EN ISO 377:1999 - Acciaio e prodotti di acciaio. Prelievo e preparazione dei saggi e delle provette per prove meccaniche

UNI EN 10002-1:1992 - Materiali metallici. Prova di trazione. Metodo di prova (a temperatura ambiente)

UNI EN 10045-1:1992 - Materiali metallici. Prova di resilienza su provetta Charpy. Metodo di prova

### *Elementi di collegamento*

UNI EN ISO 898-1:2001 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento di acciaio. Viti e viti prigioniere

UNI EN 20898-2:1994 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Dadi con carichi di prova determinati. Filettatura a passo grosso

UNI EN 20898-7:1996 - Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento. Prova di torsione e coppia minima di rottura per viti con diametro nominale da 1 mm a 10 mm

UNI 5592:1968 - Dadi esagonali normali. Filettatura metrica Iso a passo grosso e a passo fine. Categoria C

UNI EN Iso 4016:2002 - Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato. Categoria C

### *Profilati cavi*

UNI EN 10210-1:1996 - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura

UNI EN 10210-2:1999 - Profilati cavi finiti a caldo di acciai non legati e a grano fine per impieghi strutturali. Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo

UNI EN 10219-1:1999 - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate. Condizioni tecniche di fornitura

UNI EN 10219-2:1999 - Profilati cavi formati a freddo di acciai non legati e a grano fine per strutture saldate - Tolleranze, dimensioni e caratteristiche del profilo

### *Prodotti laminati a caldo*

UNI EN 10025-1:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 1: Condizioni tecniche generali di fornitura

UNI EN 10025-2:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura di acciai non legati per impieghi strutturali

UNI EN 10025-3:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 3: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a grano fine allo stato normalizzato/normalizzato laminato

UNI EN 10025-4:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 4: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali saldabili a

grano fine ottenuti mediante laminazione termomeccanica

UNI EN 10025-5:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 5: Condizioni tecniche di fornitura di acciai per impieghi strutturali con resistenza migliorata alla corrosione atmosferica

UNI EN 10025-6:2005 - Prodotti laminati a caldo di acciai per impieghi strutturali - Parte 6: Condizioni tecniche di fornitura per prodotti piani di acciaio per impieghi strutturali ad alto limite di snervamento, bonificati

### *Saldature*

#### *Raccomandazioni e procedure*

UNI EN 288-3:1993 - Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici. Prove di qualificazione della procedura di saldatura per la saldatura ad arco di acciai

UNI EN ISO 4063:2001 - Saldatura, brasatura forte, brasatura dolce e saldobrasatura dei metalli. Nomenclatura dei procedimenti e relativa codificazione numerica per la rappresentazione simbolica sui disegni

UNI EN 1011-1:2003 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Guida generale per la saldatura ad arco

UNI EN 1011-2:2003 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Saldatura ad arco per acciai ferritici

UNI EN 1011-3:2005 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Saldatura ad arco di acciai inossidabili

UNI EN 1011-4:2005 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura dei materiali metallici. Parte 4: Saldatura ad arco dell'alluminio e delle leghe di alluminio

UNI EN 1011-5:2004 - Saldatura. Raccomandazioni per la saldatura di materiali metallici. Parte 5: Saldatura degli acciai placcati

#### *Preparazione dei giunti*

UNI EN 29692:1996 - Saldatura ad arco con elettrodi rivestiti, saldatura ad arco in gas protettivo e saldatura a gas. Preparazione dei giunti per l'acciaio.

#### *Qualificazione dei saldatori*

UNI EN 287-1:2004 - Prove di qualificazione dei saldatori. Saldatura per fusione. Parte1: Acciai

UNI EN 1418:1999 - Personale di saldatura. Prove di qualificazione degli operatori di saldatura per la saldatura a fusione e dei preparatori di saldatura a resistenza, per la saldatura completamente meccanizzata ed automatica di materiali metallici

#### *Controlli non distruttivi*

UNI EN 1713:2003 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni. Caratterizzazione delle indicazioni nelle saldature

UNI EN 1714:2003 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo mediante ultrasuoni dei giunti saldati

UNI EN 1289:2003 - Controllo non distruttivo delle saldature mediante liquidi penetranti. Livelli di accettabilità

UNI EN 1290:2003 - Controllo non distruttivo delle saldature. Controllo magnetoscopico con particelle magnetiche delle saldature

UNI EN 12062:2004 - Controllo non distruttivo delle saldature. Regole generali per i materiali metallici

UNI EN 473:2001 - Prove non distruttive. Qualificazione e certificazione del personale addetto alle prove non distruttive. Principi generali.

## **Art. 21 Acciai per cemento armato**

### *Requisiti principali*

Gli acciai per strutture in cemento armato devono rispettare le prescrizioni delle norme tecniche per le costruzioni approvate con il D.M. 14 settembre 2005, di seguito riportate.

L'appaltatore non deve porre in opera armature ossidate, corrose, recanti difetti superficiali, che ne riducano la resistenza o che siano ricoperte da sostanze che riducono sensibilmente l'aderenza al conglomerato cementizio.

### *Prescrizioni comuni a tutte le tipologie di acciaio*

#### *Controlli di produzione in fabbrica e procedure di qualificazione*

Tutti gli acciai oggetto delle norme tecniche per le costruzioni approvate con D.M. 14 settembre 2005, siano essi destinati ad utilizzo come armature per cemento armato ordinario o precompresso o ad utilizzo diretto come carpenterie in strutture metalliche devono essere prodotti con un sistema di controllo permanente della produzione in stabilimento che deve assicurare il mantenimento dello stesso livello di affidabilità nella conformità del prodotto finito, indipendentemente dal processo di produzione.

Il sistema di gestione della qualità del prodotto che sovrintende al processo di fabbricazione deve essere predisposto in coerenza con le norme **UNI EN 9001** e certificato da parte di un organismo terzo indipendente, di adeguata competenza ed organizzazione, che opera in coerenza con le norme **UNI EN 45012**.

Ai fini della certificazione del sistema di gestione della qualità del processo produttivo il produttore e l'organismo di certificazione di processo potranno fare riferimento alle indicazioni contenute nelle relative norme europee disponibili **EN 10080, EN 10138, EN 10025, EN 10210, EN 10219**.

Quando non sia applicabile la marcatura CE, ai sensi del D.P.R. n. 246/1993 di recepimento della **direttiva 89/106/CE**, la valutazione della conformità del controllo di produzione in stabilimento e del prodotto finito è effettuata attraverso la procedura di qualificazione di seguito indicata.

Nel caso di prodotti coperti da marcatura CE, devono essere comunque rispettati, laddove applicabili, i punti del paragrafo 11.2 del D.M. 14 settembre 2005 non in contrasto con le specifiche tecniche europee armonizzate.

Il Servizio Tecnico Centrale della Presidenza del Consiglio Superiore dei lavori pubblici è organismo abilitato al rilascio dell'attestato di qualificazione per gli acciai di cui sopra.

La Procedura di Qualificazione del Prodotto prevede:

- esecuzione delle Prove di Qualificazione a cura del Laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 incaricato dal Servizio Tecnico Centrale su proposta del produttore;
- invio dei risultati delle prove di qualificazione da sottoporre a giudizio di conformità al Servizio Tecnico Centrale da parte del laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 incaricato;
- in caso di giudizio positivo il Servizio Tecnico Centrale provvede al rilascio dell'Attestato di Qualificazione al produttore e inserisce il Produttore nel Catalogo Ufficiale dei Prodotti Qualificati che sarà reso disponibile sul sito internet;
- in caso di giudizio negativo, il Produttore può individuare le cause delle non conformità, apportare le opportune azioni correttive, dandone comunicazione sia al Servizio Tecnico Centrale che al Laboratorio incaricato e successivamente ripetere le prove di qualificazione.

Il prodotto può essere immesso sul mercato solo dopo il rilascio dell'Attestato di Qualificazione. La qualificazione ha validità 5 (cinque) anni.

### *Mantenimento e rinnovo della Qualificazione*

Per il mantenimento della qualificazione i Produttori sono tenuti, con cadenza semestrale entro 60 giorni dalla data di scadenza del semestre di riferimento ad inviare al Servizio Tecnico Centrale:

- 1) dichiarazione attestante la permanenza delle condizioni iniziali di idoneità del processo produttivo, dell'organizzazione del controllo interno di produzione in fabbrica;
- 2) i risultati dei controlli interni eseguiti nel semestre sul prodotto nonché la loro elaborazione statistica con l'indicazione del quantitativo di produzione e del numero delle prove;
- 3) i risultati dei controlli eseguiti nel corso delle prove di verifica periodica della qualità, da parte del laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001;
- 4) la documentazione di conformità statistica dei parametri rilevati (di cui ai prospetti relativi agli acciai specifici) nel corso delle prove di cui ai punti 2) e 3). Per la conformità statistica tra i risultati dei controlli interni ed i risultati dei controlli effettuati dal Laboratorio incaricato, devono essere utilizzati test statistici di confronto delle varianze e delle medie delle due serie di dati, secondo i procedimenti del controllo;
- 5) della qualità (**UNI 6809-72 e 6806-72**).

Il Produttore deve segnalare al Servizio Tecnico Centrale ogni eventuale modifica al processo produttivo o al sistema di controllo anche temporanea.

Il Servizio Tecnico Centrale esamina la documentazione, ne accerta la conformità ai requisiti previsti e rilascia l'Attestato di Conferma della qualificazione.

Ogni sospensione della produzione deve essere tempestivamente comunicata al Servizio Tecnico Centrale indicandone le motivazioni. Qualora la produzione venga sospesa per oltre un anno, la procedura di qualificazione deve essere ripetuta. La sospensione della produzione non esenta gli organismi incaricati dall'effettuare le visite di ispezione periodica della qualità di cui ai punti 11.2.2.10, 11.2.3.5 e 11.2.4.8. del D.M. 14 settembre 2005.

Il Servizio Tecnico Centrale può effettuare o far effettuare, in qualsiasi momento, al Laboratorio incaricato ulteriori visite ispettive finalizzate all'accertamento della sussistenza dei requisiti previsti per la qualificazione.

Al termine del periodo di validità di 5 (cinque) anni dell'Attestato di Qualificazione il produttore deve chiedere il rinnovo, il Servizio Tecnico Centrale, valutata anche la conformità relativa all'intera documentazione fornita nei 5 (cinque) anni precedenti, rinnoverà la qualificazione.

Il mancato invio della documentazione di cui sopra entro i previsti sessanta giorni ovvero l'accertamento da parte del Servizio Tecnico Centrale di rilevanti non conformità, comporta la sospensione ovvero la decadenza della qualificazione.

### *Identificazione e rintracciabilità dei prodotti qualificati*

Ciascun prodotto qualificato deve costantemente essere riconoscibile per quanto concerne le caratteristiche qualitative e deve costantemente essere riconducibile allo stabilimento di produzione tramite la marcatura indelebile depositata presso il Servizio Tecnico Centrale, dalla quale risulti, in modo inequivocabile, il riferimento all'Azienda produttrice, allo Stabilimento, al tipo di acciaio ed alla sua eventuale saldabilità.

Ogni prodotto deve essere marcato con identificativi diversi da quelli di prodotti aventi differenti caratteristiche, ma fabbricati nello stesso stabilimento e con identificativi differenti da quelli di prodotti con uguali caratteristiche ma fabbricati in altri stabilimenti, siano essi o meno dello stesso produttore. La marcatura deve essere inalterabile nel tempo e senza possibilità di manomissione.

Per stabilimento si intende una unità produttiva a se stante, con impianti propri e magazzini per il prodotto finito. Nel caso di unità produttive multiple appartenenti allo

stesso produttore, la qualificazione deve essere ripetuta per ognuna di esse e per ogni tipo di prodotto in esse fabbricato.

Considerata la diversa natura, forma e dimensione dei prodotti, le caratteristiche degli impianti per la loro produzione, nonché la possibilità di fornitura sia in pezzi singoli sia in fasci, diversi possono essere i sistemi di marcatura adottati, anche in relazione all'uso, quali ad esempio l'impressione sui cilindri di laminazione, la punzonatura a caldo e a freddo, la stampigliatura a vernice, la targhettatura, la sigillatura dei fasci e altri.

Comunque, per quanto possibile, anche in relazione all'uso del prodotto, il produttore è tenuto a marcare ogni singolo pezzo. Ove ciò non sia possibile, per la specifica tipologia del prodotto, la marcatura deve essere tale che prima dell'apertura dell'eventuale ultima e più piccola confezione (fascio, bobina, rotolo, pacco, etc.) il prodotto sia riconducibile al produttore, al tipo di acciaio nonché al lotto di produzione e alla data di produzione.

Tenendo presente che l'elemento determinante della marcatura è costituito dalla sua inalterabilità nel tempo, dalla impossibilità di manomissione, il produttore deve rispettare le modalità di marcatura denunciate nella documentazione presentata al Servizio Tecnico Centrale e deve comunicare tempestivamente eventuali modifiche apportate.

La mancata marcatura, la non corrispondenza a quanto depositato o la sua illeggibilità, anche parziale, rendono il prodotto non impiegabile.

Qualora, sia presso gli utilizzatori, sia presso i commercianti, l'unità marcata (pezzo singolo o fascio) viene scorporata, per cui una parte, o il tutto, perde l'originale marcatura del prodotto è responsabilità sia degli utilizzatori sia dei commercianti documentare la provenienza mediante i documenti di accompagnamento del materiale e gli estremi del deposito del marchio presso il Servizio Tecnico Centrale.

In tal caso i campioni destinati al laboratorio incaricato delle prove di cantiere devono essere accompagnati dalla sopraindicata documentazione e da una dichiarazione di provenienza rilasciata dal direttore dei lavori.

I produttori, i successivi intermediari e gli utilizzatori finali devono assicurare una corretta archiviazione della documentazione di accompagnamento dei materiali garantendone la disponibilità per almeno 10 anni e devono mantenere evidenti le marcature o le etichette di riconoscimento per la rintracciabilità del prodotto.

Eventuali disposizioni supplementari atte a facilitare l'identificazione e la rintracciabilità del prodotto attraverso il marchio possono essere emesse dal Servizio Tecnico Centrale.

Tutti i certificati relativi alle prove meccaniche degli acciai, sia in stabilimento che in cantiere o nel luogo di lavorazione, devono riportare l'indicazione del marchio identificativo, rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio Tecnico Centrale le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

In tal caso il materiale non può essere utilizzato ed il Laboratorio incaricato informa di ciò il Servizio Tecnico Centrale.

### *I controlli e la documentazione di accompagnamento*

La vigente normativa prevede le seguenti forme di controllo obbligatorie:

- controlli di produzione in stabilimento;
- controlli di accettazione nei centri di trasformazione, definiti come nel successivo punto 18.8.2.6., e in cantiere.

I controlli eseguiti in stabilimento si riferiscono a lotti di produzione.

I controlli di accettazione eseguiti in cantiere, o nei centri di trasformazione, sono riferiti a lotti di spedizione.

A tale riguardo si definiscono:

- *Lotti di produzione*: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (numero di rotolo finito o del fascio di barre). Un lotto di produzione è compreso tra 30 e 100 tonnellate.
- *Lotti di spedizione*: sono lotti formati da un massimo di 30 t, spediti in cantiere o nei centri di trasformazione.

Tutti i lotti di spedizione, anche se parte di un'unica fornitura, di acciaio devono essere accompagnati dall'attestato di qualificazione del Produttore rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale. L'attestato può essere utilizzato senza limitazione di tempo. Su tale attestato deve essere riportato il riferimento al documento di trasporto del produttore.

Tutti i lotti di spedizione effettuati da un commerciante o da un trasformatore intermedio devono essere accompagnati dalla copia dell'attestato di qualificazione del Produttore, sul quale deve essere riportato il riferimento al documento di trasporto fino al commerciante o al trasformatore intermedio. I controlli in cantiere, eseguiti su ciascun lotto di spedizione, possono essere omessi quando il prodotto utilizzato in cantiere proviene da un centro di trasformazione, in quest'ultimo caso la certificazione delle prove eseguite presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 deve riportare gli elementi identificativi del produttore, le caratteristiche commerciali, le quantità fornite, il cantiere di destinazione. Nel caso in cui il centro di trasformazione proceda ad eseguire i controlli di cui sopra, ha l'obbligo di nominare un Direttore Tecnico che, in possesso dei requisiti definiti per norma per il direttore dei lavori, assume la responsabilità del controllo dei materiali.

Resta comunque nella discrezionalità del direttore dei lavori la facoltà di effettuare tutti gli eventuali controlli ritenuti opportuni.

I controlli sono effettuati secondo le modalità indicate al punto 11.2.3.5 del D.M. 14 settembre 2005.

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

### *Prove di qualificazione e verifiche periodiche della qualità*

I laboratori incaricati, di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, devono operare secondo uno specifico piano di qualità approvato dal Servizio Tecnico Centrale.

I certificati di prova emessi dovranno essere uniformati ad un modello standard elaborato dal Servizio Tecnico Centrale.

I relativi certificati devono contenere almeno:

- l'identificazione dell'azienda produttrice e dello stabilimento di produzione;
- l'indicazione del tipo di prodotto e della eventuale dichiarata saldabilità;
- il marchio di identificazione del prodotto depositato presso il Servizio Tecnico Centrale;
- gli estremi dell'attestato di qualificazione nonché l'ultimo attestato di conferma della qualificazione (per le sole verifiche periodiche della qualità);
- la data del prelievo, il luogo di effettuazione delle prove e la data di emissione del certificato;
- le dimensioni nominali ed effettive del prodotto ed i risultati delle prove eseguite;
- l'analisi chimica per i prodotti dichiarati saldabili (o comunque utilizzati per la fabbricazione di prodotti finiti elettrosaldati);

- le elaborazioni statistiche previste nei punti: 11.2.2.10, 11.2.3.5 e 11.2.4.8 del D.M. 14 settembre 2005;

I prelievi in stabilimento sono effettuati, ove possibile, dalla linea di produzione.

Le prove possono essere effettuate dai tecnici del laboratorio incaricato, anche presso lo stabilimento del produttore, qualora le attrezzature utilizzate siano tarate e la loro idoneità sia accertata e documentata.

Di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione nel rapporto di prova nel quale deve essere presente la dichiarazione del rappresentante del laboratorio incaricato relativa all'idoneità delle attrezzature utilizzate.

In caso di risultato negativo delle prove il Produttore deve individuare le cause e apportare le opportune azioni correttive, dandone comunicazione al Laboratorio incaricato e successivamente ripetere le prove di verifica.

Le specifiche per l'effettuazione delle prove di qualificazione e delle verifiche periodiche della qualità, ivi compresa la cadenza temporale dei controlli stessi, sono riportate rispettivamente nei punti seguenti del D.M. 14 settembre 2005:

- punto 11.2.2.10, per acciai per cemento armato in barre o rotoli;
- punto 11.2.3.5, per acciai per cemento armato precompresso;
- punto 11.2.4.8, per acciai per carpenterie metalliche.

#### *Acciaio per cemento armato e cemento armato precompresso*

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai saldabili qualificati secondo le procedure di cui al precedente punto 16.2.5. e controllati con le modalità riportate nei punti: 11.2.2.10 e 11.2.3.5. del D.M. 14 settembre 2005.

#### *Acciaio per cemento armato laminato a caldo*

L'acciaio per cemento armato laminato a caldo, denominato B450C deve essere caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura:

|                     |                       |
|---------------------|-----------------------|
| $f_{v \text{ nom}}$ | 450 N/mm <sup>2</sup> |
| $f_{t \text{ nom}}$ | 540 N/mm <sup>2</sup> |

e deve rispettare i requisiti indicati nella seguente tabella:

#### **L'acciaio per cemento armato laminato a caldo B450C**

|   |              | CARATTERISTICHE                               |
|---|--------------|---|
| Tensione caratteristica di snervamento  | $f_{yk}$     | $\geq f_{v \text{ nom}}$ (N/mm <sup>2</sup> ) |
| Tensione caratteristica di rottura  | $f_{tk}$     | $\geq f_{t \text{ nom}}$ (N/mm <sup>2</sup> ) |
| $(f_t/f_y)_k$   |              | $\geq 1,13$<br>$\leq 1,35$                    |
| $(f_v/f_{v \text{ nom}})_k$   |              | $\leq 1,25$                                   |
| Allungamento  | $(A_{gt})_k$ | $\geq 7\%$                                    |
| Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche: |              |   |
| $\varnothing < 12 \text{ mm}$   |              | 4 $\varnothing$                               |
| $12 \leq \varnothing \leq 16 \text{ mm}$  |              | 5 $\varnothing$                               |
| per $16 < \varnothing \leq 25 \text{ mm}$   |              | 8 $\varnothing$                               |
| per $25 < \varnothing \leq 50 \text{ mm}$   |              | 10 $\varnothing$                              |

#### *Acciai per cemento armato trafilati a freddo*

L'acciaio trafilato a freddo, denominato B450C è caratterizzato dai medesimi valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura dell'acciaio laminato a caldo B450C, deve rispettare i requisiti nella seguente tabella

**L'acciaio per cemento armato trafilato a freddo B450A**

|   |                    | CARATTERISTICHE                           |
|---|--------------------|---|
| Tensione caratteristica di snervamento  | $f_{yk}$           | $\geq f_{y\ nom} \text{ (N/mm}^2\text{)}$ |
| Tensione caratteristica di rottura  | $f_{tk}$           | $\geq f_{t\ nom} \text{ (N/mm}^2\text{)}$ |
|   | $(f_t/f_y)_k$      | $\geq 1,05$                               |
|   | $(f_y/f_{ynom})_k$ | $\leq 1,25$                               |
| Allungamento  | $(A_{gt})_k$       | $\geq 3\%$                                |
| Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche: |                    |   |
| per $\varnothing < 12 \text{ mm}$   |                    | 4 $\varnothing$                           |

Nel caso in cui l'acciaio trafilato a freddo rispetti le prescrizioni di cui alla tabella, valgono le prescrizioni relative all'acciaio laminato a caldo.

*Accertamento delle proprietà meccaniche*

Per l'accertamento delle proprietà meccaniche vale quanto indicato nelle **UNI EN ISO 15630-1** e **UNI EN ISO 15630-2**.

Per acciai deformati a freddo, ivi compresi i rotoli, le proprietà meccaniche devono essere determinate su provette mantenute per 60 minuti a  $100 \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$  e successivamente raffreddate in aria calma a temperatura ambiente.

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

*Caratteristiche dimensionali*

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 o preassemblati in appositi centri di trasformazione, a formare elementi composti direttamente utilizzabili in opera, quali:

- elementi presagomati (staffe, ferri piegati, ecc);
- elementi preassemblati (gabbie di armatura, ecc.).

Tutti gli acciai per cemento armato devono essere ad aderenza migliorata, aventi cioè una superficie dotata di nervature trasversali, uniformemente distribuite sull'intera lunghezza, atte ad aumentarne l'aderenza al conglomerato cementizio.

Per quanto riguarda la marcatura dei prodotti vale quanto indicato al punto 11.2.1.2. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005.

Per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato al punto 11.2.1.3. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005.

*Barre e rotoli*

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

Il diametro  $\varnothing$  delle barre deve essere compreso tra 6 e 50 mm.

Per barre con diametri superiori a 40 mm la struttura va considerata composta e valgono le regole delle strutture composte acciaio-conglomerato cementizio.

L'uso di acciai forniti in rotoli è ammesso, senza limitazioni, per diametri fino a  $\varnothing \leq 16$ . Nel luogo di lavorazione, dove avviene il raddrizzamento, per tenere in conto del danneggiamento della superficie del tondo ai fini dell'aderenza opportune prove dovranno essere condotte così come indicato al punto 11.2.2.10.4 delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005. Quando il raddrizzamento avviene a caldo, bisogna verificare che siano mantenute le caratteristiche meccaniche dell'acciaio.

#### *Procedure di controllo in stabilimento*

Il direttore dei lavori dovrà richiedere i risultati dei controlli in stabilimento previsti dal punto 11.2.2.10. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005, tali controlli devono riguardare i controlli sistematici:

- prove di qualificazione;
- prove di verifica della qualità;
- controlli sui singoli lotti di produzione.

#### *Reti e tralicci elettrosaldati*

Si intendono per reti elettrosaldate le armature costituite da due sistemi di barre parallele ortogonali equidistanziate, assemblate per saldatura negli incroci chiamati nodi. Gli acciai delle reti elettrosaldate devono essere saldabili.

La equidistanza non può superare 330 mm.

I tralicci sono elementi reticolari composti da barre ed assemblati mediante saldature. Gli acciai per i tralicci elettrosaldati devono essere saldabili.

Le reti ed i tralicci costituiti con acciaio di cui al punto 11.2.2.2 delle norme tecniche di cui D.M. 14 settembre 2005 devono avere diametro Ø compreso tra 5 e 12 mm.

I nodi delle reti devono resistere ad una forza di distacco determinata in accordo con la **UNI EN ISO 15630-2** pari al 30% della forza di snervamento della barra, da computarsi per quella di diametro maggiore. Tale resistenza al distacco della saldatura del nodo, va controllata e certificata dal produttore di reti.

In ogni elemento di rete o traliccio le singole armature componenti devono avere le stesse caratteristiche.

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 devono essere dotati della prevista qualificazione. Ogni pannello o traliccio deve essere inoltre dotato di apposita marcatura che identifichi il produttore della rete o del traliccio stesso.

La marcatura 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 marcatura supplementare indelebile identificabile in modo permanente anche dopo annegamento nel calcestruzzo.

Nel caso di reti e tralicci formati con elementi base prodotti nello stesso stabilimento la marcatura del prodotto finito può coincidere con la marcatura dell'elemento base.

### Peso delle reti elettrosaldate

| Diametro<br>Ø<br>mm | Peso barra<br>kg/m | Peso in una direzione<br>kg/m <sup>2</sup> |       |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------|--------------------|--|-------|------|------|------|------|------|------|------|
|                     |                    | Interasse tondini in mm                    |       |      |      |      |      |      |      |      |
|                     |                    | 50   | 75    | 100  | 125  | 150  | 200  | 250  | 300  | 350  |
| 4                   | 0,099              | 1,98                                       | 1,32  | 0,99 | 0,79 | 0,66 | 0,49 | 0,39 | 0,33 | 0,28 |
| 5                   | 0,154              | 3,08                                       | 2,05  | 1,54 | 1,23 | 1,03 | 0,77 | 0,62 | 0,51 | 0,44 |
| 6                   | 0,222              | 4,44                                       | 2,96  | 2,22 | 1,78 | 1,48 | 1,11 | 0,89 | 0,75 | 0,63 |
| 7                   | 0,302              | 6,04                                       | 4,03  | 3,02 | 2,42 | 2,01 | 1,51 | 1,21 | 1,01 | 0,86 |
| 8                   | 0,394              | 7,89                                       | 5,26  | 3,94 | 3,15 | 2,63 | 1,97 | 1,58 | 1,31 | 1,13 |
| 9                   | 0,499              | 9,98                                       | 6,60  | 4,99 | 4,00 | 3,30 | 2,49 | 1,98 | 1,65 | 1,43 |
| 10                  | 0,617              | 12,30                                      | 8,18  | 6,17 | 4,93 | 4,09 | 3,08 | 2,45 | 2,04 | 1,76 |
| 11                  | 0,746              | 14,90                                      | 9,84  | 7,46 | 5,97 | 4,92 | 3,73 | 2,96 | 2,46 | 2,13 |
| 12                  | 0,888              | 17,80                                      | 11,80 | 8,88 | 7,10 | 5,88 | 4,44 | 3,52 | 2,94 | 2,54 |

### Sezioni delle reti elettrosaldate

| Diametro<br>Ø<br>mm | Sezione barra<br>cm <sup>2</sup> | cm <sup>2</sup> per metro |       |       |      |      |      |                   |      |      |
|---------------------|----------------------------------|---------------------------|-------|-------|------|------|------|-------------------|------|------|
|                     |                                  | Barre portanti            |       |       |      |      |      | Barre trasversali |      |      |
|                     |                                  | 50                        | 75    | 100   | 125  | 150  | 200  | 250               | 300  | 350  |
| 4                   | 0,126                            | 2,52                      | 1,68  | 1,26  | 1,01 | 0,84 | 0,63 | 0,50              | 0,42 | 0,36 |
| 5                   | 0,196                            | 3,93                      | 2,62  | 1,96  | 1,57 | 1,31 | 0,98 | 0,79              | 0,65 | 0,56 |
| 6                   | 0,283                            | 5,65                      | 3,77  | 2,83  | 2,30 | 1,88 | 1,41 | 1,13              | 0,94 | 0,81 |
| 7                   | 0,385                            | 7,69                      | 5,13  | 3,85  | 3,00 | 2,56 | 1,92 | 1,54              | 1,28 | 1,10 |
| 8                   | 0,502                            | 10,05                     | 6,70  | 5,02  | 4,00 | 3,35 | 2,51 | 2,01              | 1,67 | 1,43 |
| 9                   | 0,635                            | 12,70                     | 8,45  | 6,35  | 5,10 | 4,23 | 3,18 | 2,54              | 2,12 | 1,81 |
| 10                  | 0,785                            | 15,70                     | 10,50 | 7,85  | 6,30 | 5,22 | 3,92 | 3,14              | 2,61 | 2,24 |
| 11                  | 0,947                            | 18,90                     | 12,60 | 9,47  | 7,60 | 6,31 | 4,74 | 3,79              | 3,15 | 2,71 |
| 12                  | 1,130                            | 22,60                     | 15,10 | 11,30 | 9,10 | 7,53 | 5,65 | 4,52              | 3,76 | 3,23 |

#### Procedure di controllo in stabilimento

Il direttore dei lavori dovrà richiedere i risultati dei controlli in stabilimento previsti dal punto 11.2.2.11. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005, tali controlli devono riguardare i controlli sistematici:

- prove di qualificazione;
- prove di verifica della qualità;
- controlli sui singoli lotti di produzione.

#### Saldabilità

L'analisi chimica effettuata su colata e l'eventuale analisi chimica di controllo effettuata sul prodotto finito deve soddisfare le limitazioni riportate nel tabella 16.5. dove il calcolo del carbonio equivalente  $C_{eq}$  è effettuato con la seguente formula:

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Ni + Cu}{15}$$

in cui i simboli chimici denotano il contenuto degli elementi stessi espresso in percentuale.

| Massimo contenuto di elementi chimici in % |                 |                     |                   |
|--|-----------------|---------------------|-------------------|
|  |                 | Analisi di prodotto | Analisi di colata |
| Carbonio                                   | C               | 0,24                | 0,22              |
| Fosforo                                    | P               | 0,055               | 0,050             |
| Zolfo                                      | S               | 0,055               | 0,050             |
| Rame                                       | Cu              | 0,85                | 0,80              |
| Azoto                                      | N               | 0,013               | 0,012             |
| Carbonio equivalente                       | C <sub>eq</sub> | 0,52                | 0,50              |

- a) È possibile eccedere il valore max. di C dello 0,03% in massa, a patto che il valore del C<sub>eq</sub>, venga ridotto dello 0,02% in massa.
- b) Contenuti di azoto più elevati sono consentiti in presenza di una sufficiente quantità di elementi che fissano l'azoto stesso.

#### *Tolleranze dimensionali*

La deviazione ammissibile per la massa nominale deve essere come riportato nel Tabella seguente.

| <b>Diametro nominale,</b>     | <b>5 a ≤ 8</b> | <b>&gt; 8 ≤ 50</b> |
|-------------------------------|----------------|--------------------|
| Tolleranza in % sulla sezione | ± 6            | ± 4,5              |

#### *Altri tipi di acciai*

##### *Acciai inossidabili*

È ammesso l'impiego di acciai inossidabili purché le caratteristiche meccaniche siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai di cui al punto 11.2.2 del D.M. 14 settembre 2005, con l'avvertenza di sostituire al termine ft della tabella 11.2.1 delle norme tecniche di cui D.M. 14 settembre 2005, il termine f 7 %, ovvero la tensione corrispondente ad un allungamento Agt = 7%. La saldabilità di tali acciai va documentata attraverso prove di saldabilità certificate da un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 ed effettuate secondo gli specifici procedimenti di saldatura, da utilizzare in cantiere o in officina, previsti dal produttore.

Per essi la qualificazione è ammessa anche nel caso di produzione non continua, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

##### *Acciai zincati*

È ammesso l'uso di acciai zincati purché le caratteristiche fisiche, meccaniche e tecnologiche siano conformi alle prescrizioni relative agli acciai normali.

La qualificazione e, di conseguenza, la relativa verifica delle caratteristiche sopra indicate deve essere effettuata sul prodotto finito, dopo il procedimento di zincatura.

La marcatura deve consentire l'identificazione sia del produttore dell'elemento base che dello stabilimento di zincatura; pertanto, nel caso in cui la zincatura venga effettuata su prodotti già qualificati all'origine e, quindi, dotati di marcatura indelebile, deve essere prevista una marcatura aggiuntiva che identifichi lo stabilimento di zincatura.

Per essi la qualificazione con le successive verifiche è ammessa anche nel caso di produzione non continua, permanendo tutte le altre regole relative alla qualificazione.

*Controlli nei centri di trasformazione o nei luoghi di lavorazione delle barre. Accettazione in cantiere.*

I controlli sono obbligatori e devono riferirsi agli stessi gruppi di diametri contemplati nelle prove a carattere statistico di cui al punto 11.2.2.10 del D.M. 14 settembre 2005, in ragione di 3 spezzoni, marcati, di uno stesso diametro, scelto entro ciascun gruppo di diametri per ciascuna fornitura, sempre che il marchio e la documentazione di accompagnamento dimostrino la provenienza del materiale da uno stesso stabilimento. In caso contrario i controlli devono essere estesi agli altri diametri della partita. Il campionamento e le prove devono essere eseguiti entro 30 giorni dalla consegna delle barre in cantiere e comunque sempre prima della messa in opera del prodotto.

Il controllo della resistenza, la verifica dell'allungamento e del piegamento, per uno stesso diametro, viene eseguito secondo le prescrizioni di cui alle **UNI EN ISO 15630-1** e **UNI EN ISO 15630-2**. valori minimi, limite, che devono essere rispettati per ciascun provino, sono i seguenti:

#### Valori Limite di Accettazione

| Caratteristica         | Valore limite                 | NOTE                       |
|------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| $f_y$ minimo           | 425 N/mm <sup>2</sup>         | (450-25) N/mm <sup>2</sup> |
| $f_y$ massimo          | 572 N/mm <sup>2</sup>         | [450x(1, 25+0,02)]         |
| $A_{gt}$ minimo        | ≥ 5.0%                        | per acciai laminati a      |
| $A_{gt}$ minimo        | ≥ 1.0%                        | per acciai trafilati a     |
| Rottura/snervamento    | $1.11 \leq f_t/f_y \leq 1.37$ | per acciai laminati a      |
| Rottura/snervamento    | $f_t/f_y \geq 1.03$           | per acciai trafilati a     |
| Piegamento/raddrizzame | assenza di cricche            | per tutti                  |

Questi limiti tengono conto della dispersione dei dati e delle variazioni che possono intervenire impiegando diverse apparecchiature e modalità di prova.

Nel caso in cui l'esito delle prove determini una non conformità si dovrà procedere dallo stesso fascio ma da barre diverse dello stesso diametro al prelievo ed alle prove di tre ulteriori provini, salvo quando l'esito negativo sia riconducibile ad un difetto o si abbia ragione di credere che si sia verificato un errore durante la prova, in questo caso il risultato della prova stessa deve essere ignorato ed è sufficiente prelevare un ulteriore (singolo) provino.

Se ciascuno dei tre risultati validi della prova è compreso nei limiti sopra richiamati, il lotto consegnato deve essere considerato conforme.

Se i criteri sopra riportati non sono soddisfatti, 10 ulteriori provini devono essere prelevati da elementi diversi del lotto in presenza del produttore o di un suo rappresentante che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove che devono essere eseguite presso un laboratorio inserito nell'Albo dei laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001.

Il lotto deve essere considerato conforme se la media dei risultati sui 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico di progetto e i singoli valori sono compresi tra il valore minimo e il valore massimo secondo quanto sopra riportato.

In caso contrario il lotto deve essere respinto.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del direttore dei lavori o di tecnico di sua fiducia e nel caso di un centro di trasformazione dal Direttore Tecnico, che assume le responsabilità affidate per norma al Direttore dei Lavori, che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc, che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

La domanda di prove al Laboratorio autorizzato deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori, ovvero dal Direttore Tecnico, e deve contenere precise indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo e deve essere integrata dalla dichiarazione, rilasciata dal legale rappresentante del centro di trasformazione, di

impegno ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine e dalla nota di incarico al Direttore Tecnico del centro di trasformazione, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità sui controlli sui materiali.

In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi della vigente normativa e non possono essere accettate.

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del direttore dei lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i valori di resistenza misurati e l'esito delle prove di piegamento.

I certificati devono riportare, inoltre, l'indicazione del marchio identificativo rilevato a cura del laboratorio incaricato dei controlli, sui campioni da sottoporre a prove. Ove i campioni fossero sprovvisti di tale marchio, oppure il marchio non dovesse rientrare fra quelli depositati presso il Servizio tecnico centrale, le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi del presente decreto e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

I controlli in cantiere sono obbligatori, devono riferirsi agli stessi gruppi di diametri richiamati al punto 11.2.2.10 del D.M. 14 settembre 2005 e le proprietà meccaniche devono essere ricavate secondo le disposizioni di cui al punto 11.2.2.3 dello stesso decreto.

I controlli in cantiere, eseguiti su ciascun lotto di spedizione, possono essere omessi quando il prodotto utilizzato in cantiere proviene da un centro di trasformazione, in questo caso la certificazione delle prove eseguite presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380 deve essere richiesta dal Direttore tecnico, che assume le responsabilità affidate per norma al Direttore dei lavori, e deve essere specifica per ciascun cantiere e per ogni consegna oltre a riportare gli elementi identificativi del produttore, le caratteristiche commerciali, le quantità fornite, il cantiere di destinazione.

Resta nella discrezionalità del direttore dei lavori effettuare tutti gli eventuali ulteriori controlli ritenuti opportuni (per esempio, indice di aderenza, saldabilità).

#### *Prove di aderenza*

Ai fini della qualificazione, le barre devono superare con esito positivo prove di aderenza secondo il metodo Beam - test da eseguirsi presso uno dei laboratori di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, con le modalità specificate nella CNR-UNI 10020 (gennaio 1971). La tensione di aderenza  $t_d$  valutata secondo la CNR-UNI 10020 (gennaio 1971) verrà riferita ad una resistenza nominale del calcestruzzo di 27 N/mm<sup>2</sup>, mediante l'applicazione della seguente formula di correzione:

Le tensioni tangenziali di aderenza  $\tau_m$  e  $\tau_r$  desunte dalla prova, come media dei risultati ottenuti sperimentando almeno quattro travi per ogni diametro, devono soddisfare le condizioni seguenti:

$$\begin{aligned}\tau_m &\geq \tau_m^* = 8 - 0,12 \varnothing \\ \tau_r &\geq \tau_r^* = 13 - 0,19 \varnothing\end{aligned}$$

ove  $\tau_m$ ,  $\tau_m^*$ ,  $\tau_r$ ,  $\tau_r^*$  sono espressi in N/mm<sup>2</sup> e  $\varnothing$  è espresso in mm.

Per accertare la rispondenza delle singole partite nei riguardi delle proprietà di aderenza, si calcolerà per un numero significativo di barre il valore dell'indice di aderenza  $I_R$  definito dall'espressione:

$$I_R = \frac{2 \cdot a_m \cdot l_R \cdot \cos(90^\circ - \beta)}{\pi \cdot \varnothing_n \cdot c}$$

confrontando quindi il valore medio di  $I_R$  con il corrispondente  $I_R(L)$  valutato sulle barre provate in laboratorio.

La partita è ritenuta idonea se è verificata al meno una delle due seguenti ineguaglianze (A) e (B):

$$\frac{I_R}{I_R(L)} \geq \frac{\tau_m^*}{\tau_m} \quad (A)$$

$$\begin{aligned} I_R &\geq 0,048 \quad \text{per } 5 \text{ mm} \leq \varnothing \leq 6 \text{ mm} \\ I_R &\geq 0,055 \quad \text{per } 6 \text{ mm} < \varnothing \leq 8 \text{ mm} \\ I_R &\geq 0,060 \quad \text{per } 8 \text{ mm} < \varnothing \leq 12 \text{ mm} \\ I_R &\geq 0,065 \quad \text{per } \varnothing > 12 \text{ mm} \end{aligned} \quad (B)$$

essendo:

$\tau_m^*$  = valore limite di  $\tau_m$  quale sopra definito per il diametro considerato;

$\tau_m$ ,  $\tau_r$  = valori desunti dalle prove di laboratorio;

$\varnothing_n$  = diametro nominale della barra;

$c$  = interasse delle nervature;

$a_m$  = altezza media delle nervature;

$\beta$  = inclinazione delle nervature sull'asse della barra espressa in gradi;

$l_R$  = lunghezza delle nervature;

$I_R$  = valore di  $I_R$  determinato sulle barre della fornitura considerata;

$I_R(L)$  = valore di  $I_R$  determinato sulle barre provate in laboratorio.

Qualora il profilo comporti particolarità di forma non contemplate nella definizione di  $I_R$  (per esempio nocciolo non circolare), l'ineguaglianza (A) deve essere verificata per i soli risalti o nervature.

Nel certificato di prova devono essere descritte le caratteristiche geometriche della sezione e delle nervature e deve, inoltre, essere indicata quale delle due disuguaglianze (A) o (B) viene rispettata.

#### *Norme di riferimento*

**UNI 8926** - Fili di acciaio destinati alla fabbricazione di reti e tralicci elettrosaldati per cemento armato strutturale.

**UNI 8927** - Reti e tralicci elettrosaldati di acciaio per cemento armato strutturale;

**UNI 9120** - Disegni tecnici. Disegni di costruzione e d'ingegneria civile. Distinta dei ferri;

**UNI 10622** - Barre e vergella (rotoli) di acciaio d'armatura per cemento armato, zincati a caldo;

**CNR UNI 10020** - Prova di aderenza su barre di acciaio ad aderenza migliorata;

**UNI ENV 10080** - Acciaio per cemento armato. Armature per cemento armato saldabili nervate B500. Condizioni tecniche di fornitura per barre, rotoli e reti saldate;

**UNI ISO 10065** - Barre di acciaio per l'armatura del calcestruzzo. Prova di piegamento e raddrizzamento;

**UNI ISO 3766** - Disegni di costruzioni e d' ingegneria civile. Rappresentazione simbolica delle armature del calcestruzzo;

**UNI ISO 10287** - Acciaio per calcestruzzo armato. Determinazione della resistenza dei nodi delle reti saldate.

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

**UNI EN ISO 15630-2** - Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso . Metodi di prova . Parte 2: Reti saldate

## **Art. 22 Acciaio per cemento armato precompresso**

### Generalità

L'acciaio per armature da precompressione è generalmente fornito sotto forma di:

Filo: prodotto trafilato di sezione piena che possa fornirsi in rotoli;

Barra: prodotto laminato di sezione piena che possa fornirsi soltanto in forma di elementi rettilinei;

Treccia: 2 o 3 fili avvolti ad elica intorno al loro comune asse longitudinale; passo e senso di avvolgimento dell'elica sono uguali per tutti i fili della treccia;

Trefolo: fili avvolti ad elica intorno ad un filo rettilineo completamente ricoperto dai fili elicoidali. Il passo ed il senso di avvolgimento dell'elica sono uguali per tutti i fili di uno stesso strato.

I fili possono essere tondi o di altre forme; vengono individuati mediante il diametro nominale o il diametro nominale equivalente riferito alla sezione circolare equipesante.

Non è consentito l'impiego di fili lisci nelle strutture precomprese ad armature pretese.

Le barre possono essere lisce, a filettatura continua o parziale, con risalti; vengono individuate mediante il diametro nominale.

Per quanto riguarda la marcatura dei prodotti, generalmente costituita da sigillo o etichettatura sulle legature, vale quanto indicato al punto 11.2.1.2. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005.

Per la documentazione di accompagnamento delle forniture vale quanto indicato al punto 11.2.1.3 delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005.

Gli acciai possono essere forniti in rotoli (fili, trecce, trefoli), in bobine (trefoli), in fasci (barre).

I fili devono essere forniti in rotoli di diametro tale che, all'atto dello svolgimento, allungati al suolo su un tratto di 10 m non presentino curvatura con freccia superiore a 400 mm; il produttore deve indicare il diametro minimo di avvolgimento.

Ciascun rotolo di filo liscio, ondulato o con impronte deve essere esente da saldature.

Sono ammesse le saldature di fili destinati alla produzione di trecce e di trefoli se effettuate prima della trafilatura; per i trefoli sono ammesse saldature anche durante l'operazione di cordatura purché tali saldature siano opportunamente distanziate e sfalsate.

All'atto della posa in opera gli acciai devono presentarsi privi di ossidazione, corrosione, difetti superficiali visibili, pieghe.

È tollerata un'ossidazione che scompaia totalmente mediante sfregamento con un panno asciutto.

Non è ammessa in cantiere alcuna operazione di raddrizzamento.

Caratteristiche chimiche, fisiche e geometriche

Gli acciai per armature da precompressione devono possedere proprietà meccaniche, garantite dal produttore, non inferiori a quelle indicate nella tabella seguente:

| Tipo di acciaio  | Barre       | Fili   | Trefoli e Trecce | Trefoli e Trecce a fili sagomati |
|--|-------------|--------|------------------|----------------------------------|
| Tensione caratteristica di rottura<br>$f_{ptk}$ N/mm <sup>2</sup>                                | ≥ 1000      | ≥ 1600 | ≥ 1860           | ≥ 1820                           |
| Tensione caratteristica allo 0,1 %<br>di deformazione residua<br>$f_{p(0,1)k}$ N/mm <sup>2</sup> | -----<br>-- | ≥ 1400 | -----            | -----                            |
| Tensione caratteristica all'1 %<br>di deformazione totale<br>$f_{p(1)k}$ N/mm <sup>2</sup>       | -----<br>-- | -----  | ≥ 1670           | ≥ 1620                           |
| Tensione caratteristiche di<br>snervamento<br>$f_{pyk}$ N/mm <sup>2</sup>                        | ≥ 800       | -----  | -----            | -----                            |

Per il modulo di elasticità si farà riferimento al catalogo del fornitore.

Il produttore deve controllare la composizione chimica e la struttura metallografica al fine di garantire le proprietà meccaniche prescritte.

#### *Controlli obbligatori*

Il punto 11.2.3.3. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005 prevede tre forme di controllo obbligatorie:

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

I controlli eseguiti in stabilimento si riferiscono a lotti di produzione.

I controlli eseguiti negli stabilimenti permanenti di prefabbricazione e nel luogo di formazione dei cavi si riferiscono a forniture.

L'accettazione eseguita in cantiere si riferisce a lotti di spedizione.

A tale riguardo si definiscono:

- Lotti di produzione: si riferiscono a produzione continua, ordinata cronologicamente mediante apposizione di contrassegni al prodotto finito (numero di rotolo finito, della bobina di trefolo e del fascio di barre). Un lotto di produzione deve avere grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione) ed essere compreso tra 30 e 120 tonnellate;
- Forniture: sono lotti formati da massimo 90 t, costituiti da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione);
- Lotti di spedizione: sono lotti formati da massimo 30 t, spediti in un'unica volta, costituiti da prodotti aventi grandezze nominali omogenee (dimensionali, meccaniche, di formazione).

I controlli in cantiere possono essere omessi quando il prodotto utilizzato in cantiere proviene da uno stabilimento di prefabbricazione o da un luogo di formazione dei cavi, in questo caso la certificazione delle prove eseguite presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 deve essere richiesta dal Direttore Tecnico, che assume le responsabilità affidate per norma al Direttore dei lavori, è specifica per ciascun lotto di spedizione e deve riportare gli elementi identificativi del produttore, le caratteristiche commerciali del prodotto fornito, il cantiere di destinazione.

Resta comunque nella discrezionalità del direttore dei lavori la facoltà di effettuare tutti gli eventuali controlli ritenuti opportuni.

I controlli sono effettuati secondo le modalità indicate al punto 11.2.3.5. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005.

*Prescrizioni comuni. Modalità di prelievo*

I saggi destinati ai controlli secondo il punto 11.2.3.5.1 delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005:

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

*Controlli in stabilimento*

Il direttore dei lavori dovrà richiedere i risultati dei controlli in stabilimento previsti dal punto 11.2.3.5.2. delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005, tali controlli devono riguardare i seguenti controlli sistematici:

- prove di qualificazione;
- prove di verifica della qualità;
- controlli sui singoli lotti di produzione.

*Controlli negli stabilimenti permanenti di prefabbricazione o nel luogo di formazione dei cavi*

I controlli negli stabilimenti permanenti di prefabbricazione o nel luogo di formazione dei cavi sono obbligatori.

A tale riguardo le responsabilità attribuite dalla legge al direttore dei lavori sono assunte dal responsabile della produzione in stabilimento o dal tecnico responsabile dell'officina di formazione dei cavi.

I controlli vengono eseguiti secondo le modalità di seguito indicate.

Effettuato un prelievo di 3 saggi provenienti da una stessa fornitura, intesa come lotto formato da massimo 90 t, ed appartenenti ad una stessa categoria, si determinano, mediante prove eseguite presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, i corrispondenti valori minimi di  $f_{pt}$ ,  $f_{py}$ ,  $f_{p(l)}$ ,  $f_{p(0,1)}$ .

I risultati delle prove sono considerati compatibili con quelli ottenuti in stabilimento se nessuno dei valori minimi sopra indicati è inferiore ai corrispondenti valori caratteristici garantiti dal produttore.

Nel caso che anche uno solo dei valori minimi suddetti non rispetti la corrispondente condizione, verranno eseguite prove supplementari soggette a valutazioni statistiche come di seguito indicato.

Il campione da sottoporre a prove supplementari è costituito da almeno 10 saggi prelevati da altrettanti rotoli, bobine o fasci. Se il numero dei rotoli, bobine o fasci costituenti il lotto è inferiore a 10, da alcuni rotoli o bobine verranno prelevati due saggi, uno da ciascuna estremità. Per le barre vengono prelevati due saggi da due barre diverse dello stesso fascio.

Ogni saggio deve recare contrassegni atti ad individuare il lotto ed il rotolo, bobina o fascio di provenienza.

Effettuato il prelievo supplementare si determinano, mediante prove effettuate presso un laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001, i corrispondenti valori medi  $g_{mn}$  di  $f_{pt}$ ,  $f_{py}$ ,  $f_{p(1)}$ ,  $f_{p(0,1)}$ .

I risultati delle prove vengono considerati compatibili con quelli ottenuti in stabilimento se:

- per le tensioni di rottura  $f_{pt}$ :

$$g_{mn} \geq 1,03 f_{ptk}$$

$$s_n \leq 0,05 f_{ptk}$$

- per le grandezze  $f_{pt}$ ,  $f_{p(1)}$ ,  $f_{p(0,1)}$ :

$$g_{mn} \geq 1,04 (f_{pyk}, f_{p(1)k}, f_{p(0,1)k})$$

$$s_n \leq 0,07 (f_{pyk}, f_{p(1)k}, f_{p(0,12)k})$$

e i valori del modulo di elasticità longitudinale  $E_p$  sono conformi al valore garantito dal produttore, con una tolleranza del  $\pm 5\%$

Se tali disuguaglianze non sono verificate, o se non sono rispettate le prescrizioni di cui al punto 11.2.3.5.3 del D.M. 14 settembre 2006 si ripeteranno, previo avviso al produttore, le prove su altri 10 saggi.

L'ulteriore risultato negativo comporta l'inidoneità della partita e la trasmissione dei risultati al produttore, che è tenuto a farli inserire tra i risultati dei controlli statistici della sua produzione.

In tal caso il direttore tecnico (direttore dei lavori), responsabile della produzione in stabilimento o responsabile dell'officina di formazione dei cavi, deve comunicare il risultato anomalo sia al laboratorio incaricato del controllo in stabilimento che al Servizio Tecnico Centrale.

Il prelievo dei campioni va effettuato a cura del Direttore dei Lavori (direttore tecnico) o di tecnico di sua fiducia che deve assicurare, mediante sigle, etichettature indelebili, ecc, che i campioni inviati per le prove al laboratorio incaricato siano effettivamente quelli da lui prelevati.

#### *Certificati emessi dai laboratori*

La domanda di prove al laboratorio di cui all'art. 59 del D.P.R. n. 380/2001 deve essere sottoscritta dal direttore dei lavori ovvero dal direttore tecnico e deve essere integrata dalla dichiarazione di impegno, rilasciata dal legale rappresentante dello stabilimento di prefabbricazione o officina di formazione dei cavi, ad utilizzare esclusivamente elementi di base qualificati all'origine e dalla nota di incarico al Direttore Tecnico dello stabilimento di prefabbricazione o officina di formazione dei cavi, controfirmata dallo stesso per accettazione ed assunzione delle responsabilità sui controlli sui materiali e deve contenere precise indicazioni sulle strutture interessate da ciascun prelievo. In caso di mancata sottoscrizione della richiesta di prove da parte del direttore dei lavori (direttore tecnico), le certificazioni emesse dal laboratorio non possono assumere valenza ai sensi delle norme tecniche di cui al D.M. 14 settembre 2005 e di ciò ne deve essere fatta esplicita menzione sul certificato stesso.

I certificati emessi dai laboratori devono obbligatoriamente contenere almeno:

- l'identificazione del laboratorio che rilascia il certificato;
- una identificazione univoca del certificato (numero di serie e data di emissione) e di ciascuna sua pagina, oltre al numero totale di pagine;
- l'identificazione del committente dei lavori in esecuzione e del cantiere di riferimento;
- il nominativo del direttore dei lavori che richiede la prova;
- la descrizione e l'identificazione dei campioni da provare;
- la data di ricevimento dei campioni e la data di esecuzione delle prove;
- l'identificazione delle specifiche di prova o la descrizione del metodo o procedura adottata, con l'indicazione delle norme di riferimento per l'esecuzione della stessa;
- le dimensioni effettivamente misurate dei campioni;
- i risultati delle prove eseguite.

#### *Accettazione in cantiere*

Qualora non siano state precedentemente eseguite le prove di cui al precedente paragrafo, i controlli in cantiere sono obbligatori e devono essere eseguiti secondo le indicazioni di cui al medesimo punto precedente, con l'avvertenza che il prelievo preliminare dei 3 saggi va effettuato per ogni lotto di spedizione, mai superiore a 30 t.

Nel caso in cui siano state eseguite le prove di cui al precedente paragrafo, il direttore dei lavori può valutare la necessità di ulteriori controlli.

In entrambi i casi per le modalità di prelievo dei campioni, di esecuzione delle prove e di compilazione dei certificati valgono le medesime disposizioni di cui al precedente paragrafo.

#### *Norme di riferimento*

UNI EN ISO 15630-3. Acciaio per calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso. Metodi di prova . Parte 3: Acciaio per calcestruzzo armato precompresso

### **Art. 23     Prescrizioni speciali riguardanti la costruzione dei serbatoi in getto di calcestruzzo e prove di tenuta**

L'Appaltatore non potrà iniziare l'esecuzione delle strutture in calcestruzzo se prima non sia stato ultimato lo scavo per la sede di questi e la sede stessa non sia stata esaminata e approvata dalla Direzione Lavori.

Nemmeno potrà essere dato inizio alle dette strutture se prima l'Appaltatore non abbia approvvigionato tutti i materiali occorrenti, in modo che il getto del calcestruzzo non subisca interruzioni e possa invece eseguirsi con assoluta continuità, escluse la platea e le pareti.

Qualora per la esecuzione dei serbatoi in conglomerato cementizio semplice o armato, vengano impiegate casseforme metalliche, sarà ad esclusivo carico dell'Appaltatore ogni e qualsiasi maggiore onere da ciò derivante nella esecuzione degli intonaci.

L'Appaltatore ha l'obbligo di costruire per ogni vasca o camera del serbatoio, se distinta o per tutte contemporaneamente se contigue, le armature, centinature delle volte e loro mantellature o barullature, le forme, tutti i casseri ed in genere tutte le opere di legname occorrenti per eseguire il getto del calcestruzzo ininterrottamente per la platea e le pareti.

La Direzione dei Lavori, dopo che avrà controllato e approvato le dette armature ecc., darà l'ordine d'inizio del getto del calcestruzzo che dovrà precedere, per ogni vasca, se distinta, o per tutte contemporaneamente se contigue, con assoluta contiguità ricorrendo anche a lavoro notturno e festivo per il quale non sarà riconosciuto all'Appaltatore alcun sovrapprezzo.

Può essere tollerata, eccezionalmente, una interruzione di durata non maggiore di quattro ore.

Malgrado il controllo e l'approvazione data dalla Direzione dei Lavori alle armature, l'Appaltatore resta pienamente responsabile della solidità delle dette armature, centine ecc., come della perfetta riuscita dell'opera.

Due mesi dopo l'ultimazione del serbatoio e prima di procedere all'intonacatura interna ed al reinterro del manufatto, si procederà alla prova di tenuta delle vasche stesse, ossia della impermeabilità delle strutture di calcestruzzo. A tale scopo ciascuna vasca sarà riempita di acqua e lasciata piena per una durata non minore di dieci e non maggiore di venti giorni, a criterio insindacabile della Direzione dei Lavori.

Si proveranno poi le vasche una per una, restando vuote le altre ed osservanti le permeazioni eventuali; si procederà poi ad una prova generale contemporanea di tutte le vasche.

La Direzione dei Lavori stabilirà le norme e i dispositivi necessari per procedere alla misura delle entità delle eventuali perdite e permeazioni e ciò a tutta cura e spese dell'Appaltatore.

La prova di tenuta delle vasche del serbatoio sarà ritenuta positiva soltanto se, dopo averle tenute piene d'acqua per almeno 10 giorni si verificherà nelle successive 24 ore di prova a vasche piene, una perdita non maggiore di 4 litri al mq di superficie bagnata.

Pertanto se l'esito della prova descritta non sarà soddisfacente, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, l'Appaltatore dovrà provvedere ad eseguire, a tutte proprie spese, ogni e qualsiasi lavoro che la Direzione Lavori ordinerà a tale scopo, senza limiti di spesa e di entità e senza diritto a proroghe del termine contrattuale.

Resta stabilito che non si potrà procedere all'esecuzione dell'intonaco interno delle vasche se le suddette prove avranno avuto esito negativo e fino a quando non saranno eliminate le perdite d'acqua.

Resta stabilito inoltre che le prove debbono essere ripetute dopo l'esecuzione dell'intonaco sulle pareti interne delle vasche.

Detta seconda prova dovrà essere eseguita con le stesse modalità della prima, ma la perdita dovrà essere non maggiore di 2 litri al mq di superficie bagnata nelle 24 ore. Tale limite verrà anche nel caso in cui l'intonaco sia sostituito da rivestimenti o guaine impermeabilizzanti.

Ove sia previsto di affidare l'impermeabilità delle pareti al calcestruzzo allo scopo opportunamente confezionato, trattato ed additivato, la prova sarà eseguita con le stesse modalità previste nella prima prova, ma la perdita dovrà essere contenuta entro i 2 litri per mq di superficie bagnata nelle 24 ore.

Inoltre la Direzione dei Lavori ha la facoltà di procedere a tutte le prove a carico dissimmetrico di ciascuna vasca e di tutto l'insieme dell'opera e ciò sia per il carico d'acqua, sia per quello del terrapieno da costruirsi eventualmente per il reinterro dell'opera.

Tutti gli eventuali oneri relativi alle ripetute prove di tenuta effettuate saranno a tutte cure e spesa dell'Impresa.

Le apparecchiature, i dispositivi, i mezzi d'opera e gli operai occorrenti per l'esecuzione di tutte le dette prove, nonché il personale di assistenza e sorveglianza, devono essere forniti a cura e spese dell'appaltatore, poiché di questi oneri, come di tutti gli altri descritti nel presente articolo si è tenuto conto nello stabilire i prezzi d'elenco.

Di norma il reinterro parziale o totale delle vasche potrà essere eseguito soltanto dopo l'esito favorevole delle prove di tenuta.

## **Art. 24     Intonaci**

Il cemento da impiegarsi nella fattura delle malte per intonaci dovrà essere ad alto indice di resistenza chimica e cioè pozzolanico d'altoforno.

Prima di eseguire l'intonaco si avrà cura di pulire bene la superficie da intonacare rimuovendo la polvere e le parti poco aderenti, mediante una spazzola d'acciaio; ciò fatto si bagnerà abbondantemente la parte in modo che riesca satura di acqua.

Affinché l'intonaco non si secchi troppo rapidamente, dando luogo a fenditure si bagnerà frequentemente con acqua mediante pompe innaffiatrici, se è applicato su pareti verticali; si coprirà con uno strato di sabbia mantenuta umida per una settimana almeno se l'intonaco è eseguito su superfici orizzontali.

Lo spessore dell'intonaco dovrà essere uniforme su tutta la superficie intonacata, evitando forti spessori su alcuni punti e deboli su altri.

Nel caso di intonaci non idrofughi impermeabilizzati, gli idrofughi dovranno rispondere alle norme.

### *Intonaco grezzo*

L'intonaco grezzo dovrà essere costituito da uno strato di rinzaffo rustico, applicato con predisposte poste e guide, su pareti, soffitti e volte sia per interni che per esterni.

L'intonaco potrà essere eseguito:

- con malta di calce e pozzolana, composta da 120 kg di calce idrata per 1,00 m3 di pozzolana vagliata;
- con malta bastarda di calce, sabbia e cemento composta da 0,35 m3 di calce spenta, 100 kg di cemento tipo "325" e 0,9 m3 di sabbia;
- con malta cementizia composta da 300 kg di cemento tipo "325" per 1,00 m3 di sabbia.

#### *Intonaco grezzo fratazzato*

L'intonaco grezzo fratazzato dovrà essere costituito da un primo strato di rinzafo e da un secondo strato fratazzato rustico, applicato con predisposte poste e guide, su pareti e soffitti, sia per interni che per esterni.

L'intonaco potrà essere eseguito con malta di cui alla voce specifica.

#### *Intonaco civile*

L'intonaco civile avrà uno spessore minimo di 1,5 cm e dovrà essere formato da tre strati di cui il primo di rinzafo, un secondo tirato in piano con regolo e fratazzo con predisposte poste e guide ed un terzo di rifinitura formato da uno strato di colla della stessa malta passata al crivello fino, lisciata con fratazzo metallico o alla pezza, per pareti, soffitti e volte, sia all'interno che all'esterno. L'intonaco potrà essere eseguito con malta di cui alla voce specifica.

#### *Intonaco liscio*

L'intonaco liscio avrà lo spessore di mm 15 e si comporrà di due strati; il primo strato a rinzafo dello spessore di mm 10 sarà bene eseguito con malta di cemento e sabbia fina, ben lavata, nelle proporzioni di kg 400 di cemento per ogni mc di sabbia; il secondo strato dello spessore di mm 5 sarà formato con malta a kg 600 di cemento per ogni mc di sabbia fina e sarà ben compresso e tirato a liscio con la cazzuola.

#### *Intonaco retinato*

L'intonaco retinato sarà formato di un primo strato dello spessore di mm 10 come innanzi detto per intonaco liscio, a questo strato verrà applicata una rete di ferro a maglie quadre di cm 1 di lato, quindi verrà formato il secondo strato pure di spessore di mm 10 come innanzi detto per il secondo strato di intonaco liscio.

#### *Intonaco resistente alla fiamma*

L'intonaco resistente alla fiamma dovrà essere a base di materiali isolanti (vermiculite, perlite) impastati con idonei leganti e correttivi. Dovrà essere applicato su pareti e soffitti aventi superficie rasata o rustica, per lo spessore minimo di 2 cm, e comunque adeguati a quanto richiesto dalle norme.

#### *Paraspigoli*

I paraspigoli dovranno essere applicati, prima della formazione degli intonaci, dei profilati in lamiera zincata dell'altezza minima di m. 1,70 e dello spessore di mm 1.

## **Art. 25 Sigillanti, adesivi e geotessili**

#### *Sigillanti*

Per sigillanti si intendono i prodotti utilizzati per riempire in forma continua e durevole i giunti tra elementi edilizi (in particolare nei serramenti, nelle pareti esterne, nelle partizioni interne, ecc.) con funzione di tenuta all'aria, all'acqua, ecc.

Oltre a quanto specificato nel progetto esecutivo, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- compatibilità chimica con il supporto al quale sono destinati;

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

Il soddisfacimento delle prescrizioni predette si intende comprovato quando il prodotto è conforme alle prescrizioni progettuali od alle norme:

- UNI 9610 - Edilizia. Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Requisiti e prove;
- UNI 9611 - Edilizia. Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Confezionamento,

ai fini dell'accettazione il direttore potrà fare riferimento ai valori dichiarati dal produttore.

#### *Adesivi*

Per adesivi si intendono i prodotti utilizzati per ancorare un prodotto ad uno attiguo, in forma permanente, resistendo alle sollecitazioni meccaniche, chimiche, ecc. dovute all'ambiente ed alla destinazione d'uso.

Sono inclusi nel presente articolo gli adesivi usati in opere di rivestimenti di pavimenti e pareti o per altri usi e per diversi supporti (murario, ferroso, legnoso, ecc.).

Sono esclusi gli adesivi usati durante la produzione di prodotti o componenti.

Oltre a quanto specificato nel progetto esecutivo, o negli articoli relativi alla destinazione d'uso, si intendono forniti rispondenti alle seguenti caratteristiche:

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

#### *Adesivi per piastrelle*

Il prodotto dovrà essere preparato versandolo in un recipiente e aggiungendo la percentuale d'acqua prevista dal produttore, e mescolando con il trapano elettrico a basso numero di giri per qualche minuto fino ad ottenere un impasto omogeneo (assenza di grumi); l'impasto, prima dell'impiego, deve essere lasciato per qualche minuto.

Il prodotto deve essere applicato su supporto esente da polveri, olii, grassi, ecc., con spatola dentata con passaggi sia orizzontali che verticali.

Dovrà essere evitata l'applicazione su quei supporti che presentino condizioni di maturazione insufficienti o contenuto d'acqua eccessivo, proteggere dal gelo e non porlo in opera a temperature inferiori a + 5° C. In presenza di temperature elevate e supporti assorbenti, è buona norma inumidire la superficie prima della stesura.

Il prodotto dovrà rispettare i seguenti parametri meccanici:

| Parametro   | Valore |
|---|--------|
| Resistenza a compressione (N/mm <sup>2</sup> )          | 7,5    |
| Resistenza a flessione (N/mm <sup>2</sup> )             | 2      |
| Resistenza allo strappo (adesione) (N/mm <sup>2</sup> ) | 0,8    |

#### *Norme di riferimento*

Gli adesivi per piastrelle dovranno rispondere ai requisiti previsti dalle seguenti

norme:

UNI EN 1323 - Adesivi per piastrelle. Lastra di calcestruzzo per le prove;  
UNI EN 1324 - Adesivi per piastrelle. Determinazione dell'adesione mediante sollecitazione al taglio di adesivi in dispersione;  
UNI EN 1308 - Adesivi per piastrelle. Determinazione dello scorrimento;  
UNI EN 1346 - Adesivi per piastrelle. Determinazione del tempo aperto;  
UNI EN 1347 - Adesivi per piastrelle. Determinazione del potere bagnante;  
UNI EN 1348 - Adesivi per piastrelle - Determinazione dell'aderenza mediante trazione su adesivi cementizi.

#### *Adesivi per rivestimenti ceramici*

Il prodotto dovrà essere preparato versandolo in un recipiente e aggiungendo la percentuale d'acqua prevista dal produttore, e mescolando con il trapano elettrico a basso numero di giri per qualche minuto fino ad ottenere un impasto omogeneo (assenza di grumi); l'impasto, prima dell'impiego, deve essere lasciato per qualche minuto.

Il prodotto deve essere applicato su supporto esente da polveri, olii, grassi, ecc., con spatola dentata con passaggi sia orizzontali che verticali.

Dovrà essere evitata l'applicazione su quei supporti che presentino condizioni di maturazione insufficienti o contenuto d'acqua eccessivo, proteggere dal gelo e non porlo in opera a temperature inferiori a + 5° C. In presenza di temperature elevate e supporti assorbenti, è buona norma inumidire la superficie prima della stesura.

#### *Norme di riferimento*

Gli adesivi per rivestimenti ceramici dovranno rispondere ai requisiti previsti dalle seguenti norme:

UNI 10110 - Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione del potere di ritenzione d'acqua della pasta;  
UNI 10111 - Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione della granulometria della polvere;  
UNI 10112 - Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione del pH;  
UNI 10113 - Adesivi per rivestimenti ceramici. Determinazione del residuo secco.

#### *Metodi di prova*

I metodi di prova sui requisiti dovranno essere conformi alle seguenti prescrizioni:

UNI EN 828 - Adesivi. Bagnabilità. Determinazione mediante misurazione dell'angolo di contatto e della tensione superficiale critica della superficie solida;  
UNI EN 1066 - Adesivi. Campionamento;  
UNI EN 924 - Adesivi. Adesivi con e senza solvente. Determinazione del punto di infiammabilità;  
UNI EN 1067 - Adesivi - Esame e preparazione di campioni per le prove;  
UNI EN 1465 - Adesivi. Determinazione della resistenza al taglio per trazione di assemblaggi a due substrati rigidi incollati;  
UNI EN 1841 - Adesivi. Metodi di prova degli adesivi per rivestimenti di pavimentazione e pareti. Determinazione delle variazioni dimensionali di un rivestimento per pavimentazione in linoleum a contatto con un adesivo;  
UNI 9056 - Adesivi. Determinazione della viscosità apparente con viscosimetro a rotazione;  
UNI 9059 - Adesivi. Determinazione del tempo di gelificazione di resine ureiche;  
UNI 9445 - Adesivi. Determinazione del punto di rammollimento con il metodo sfera e anello degli adesivi termofusibili;  
UNI 9446 - Adesivi. Determinazione della massa volumica apparente di adesivi in polvere per rivestimenti ceramici;

UNI 9447 - Adesivi. Determinazione dell' appiccicosità col metodo della sfera rotolante (rolling ball tack);

UNI 9591 - Adesivi. Determinazione della resistenza al distacco (peeling) a caldo di un adesivo per incollaggio di policloruro di vinile (PVC) su legno;

UNI 9594 - Adesivi. Determinazione del tempo aperto massimo di adesivi per legno mediante prove di taglio per trazione;

UNI 9595 - Adesivi. Determinazione della rapidità di presa a freddo di adesivi per legno mediante prove di taglio per trazione;

UNI 9752 - Adesivi. Determinazione del potere bagnante di un adesivo mediante la misura dell' angolo di contatto;

UNI 10765 - Additivi per impasti cementizi - Additivi multifunzionali per calcestruzzo. Definizioni, requisiti e criteri di conformità;

UNI EN 26922 - Adesivi. Determinazione della resistenza alla trazione dei giunti di testa;

UNI EN 28510-1 - Adesivi. Prova di distacco per un assemblaggio ottenuto per incollaggio di un materiale flessibile su rigido. Distacco a 90°;

UNI EN 28510-2 - Adesivi. Prova di distacco per un assemblaggio ottenuto per incollaggio di un materiale flessibile su rigido. Distacco a 180°;

UNI EN 29142 - Adesivi. Guida alla scelta di condizioni normalizzate di laboratorio per le prove di invecchiamento su giunti adesivi;

UNI EN 29653 - Adesivi. Metodo per la determinazione del potere adesivo mediante prova di resistenza al taglio;

in luogo delle certificazioni di prova l'appaltatore potrà fornire la certificazione rilasciata dal produttore previa accettazione della direzione dei lavori.

### *Geotessili*

Per geotessili si intendono i prodotti utilizzati per costituire strati di separazione, contenimento, filtranti, drenaggio in opere di terra (rilevati, scarpate, strade, giardini, ecc.) ed in coperture. La natura del polimero costituente è \_\_\_\_\_ (poliestere, polipropilene, poliammide, ecc.).

Si distinguono in:

- tessuti: stoffe realizzate intrecciando due serie di fili (realizzando ordito e trama);
- nontessuti: feltri costituiti da fibre o filamenti distribuiti in maniera casuale, legati tra loro con trattamento meccanico (agugliatura) oppure chimico (impregnazione) oppure termico (fusione). Si hanno non tessuti ottenuti da fiocco o da filamento continuo. Sono caratterizzati da:
  - da filamento continuo (o da fiocco);
  - il trattamento legante è meccanico (o chimico o termico);
  - il peso unitario è di \_\_\_\_\_ .

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

### *Geotessili. Norme di riferimento*

Quando non è specificato nel progetto esecutivo, i geotessili devono essere rispondenti alle seguenti caratteristiche:

- UNI EN 918 - Geotessili e prodotti affini - Prova di punzonamento dinamico (metodo della caduta del cono);
- UNI EN ISO 9863-2 - Geotessili e prodotti affini. Determinazione dello spessore a pressioni stabilite. Procedura per la determinazione dello spessore dei singoli strati di prodotti multistrato;
- UNI EN ISO 10319 - Geotessili . Prova di trazione a banda larga;
- UNI EN ISO 10321 - Geotessili. Prova di trazione a banda larga per giunzioni e

cuciture;

UNI ENV 12447 - Geotessili e prodotti affini. Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'idrolisi;

UNI ENV 12224 - Geotessili e prodotti affini. Determinazione della resistenza agli agenti atmosferici;

UNI ENV 12225 - Geotessili e prodotti affini. Metodo per la determinazione della resistenza microbiologica mediante prova di interrimento;

UNI ENV 12226 - Geotessili e prodotti affini - Prove generali per valutazioni successive a prove di durabilità;

UNI EN ISO 12236 - Geotessili e prodotti affini. Prova di punzonamento statico (metodo CBR);

UNI ENV ISO 13438 - Geotessili e prodotti affini. Metodo di prova per la determinazione della resistenza all'ossidazione.

#### *Nontessuti. Norme di riferimento*

Per quanto non espressamente indicato per i nontessuti si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme:

UNI 8279-1 - Nontessuti. Metodi di prova. Campionamento;

UNI 8279-3 - Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della permeabilità all'aria;

UNI 8279-4 - Nontessuti. Metodi di prova. Prova di trazione (metodo di Grab);

UNI 8279-5 - Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione dell'assorbimento di liquidi (metodo del cestello);

UNI 8279-6 - Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione dell'assorbimento di liquidi (metodo della rete);

UNI 8279-7 - Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione dell'ascensione capillare;

UNI 8279-11 - Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della resistenza alla perforazione con il metodo della sfera;

UNI 8279-12 - Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della variazione dimensionale a caldo;

UNI 8279-13 - Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione del coefficiente di permeabilità radiale all'acqua;

UNI 8279-14 - Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione della resistenza al punzonamento e della deformazione a rottura (metodo della penetrazione);

UNI 8279-16 - Nontessuti. Metodi di prova. Determinazione del tempo di assorbimento di acqua (metodo della goccia);

UNI EN 29073-1 - Tessili. Metodi di prova per nontessuti. Determinazione della massa areica;

UNI EN 29073-3 - Tessili. Metodi di prova per nontessuti. Determinazione della resistenza a trazione e dell'allungamento;

UNI EN 29092 - Tessili. Nontessuti. Definizione.

## **Art. 26 Serramenti**

Si intendono per infissi gli elementi edilizi aventi la funzione principale di regolare il passaggio di persone, animali, oggetti, e sostanze liquide o gassose nonché dell'energia tra spazi interni ed esterni dell'organismo edilizio o tra ambienti diversi dello spazio interno.

Essi si dividono tra elementi fissi (cioè luci fisse non apribili) e serramenti (cioè con parti apribili); gli infissi si dividono a loro volta in porte, finestre e schermi.

Per la terminologia specifica dei singoli elementi e delle loro parti funzionali in caso di dubbio si fa riferimento alla norma **UNI 8369** (varie parti).

I prodotti vengono di seguito considerati al momento della loro fornitura; le modalità di posa sono sviluppate nell'articolo relativo alle vetrazioni ed ai serramenti.

Il direttore dei lavori, ai fini della loro accettazione, può procedere ai controlli

(anche parziali) su campioni della fornitura. L'appaltatore deve consegnare l'attestato di conformità della fornitura alle prescrizioni di seguito indicate.

### **Forme. Luci fisse**

Le luci fisse devono essere realizzate nella forma, con i materiali e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto. In mancanza di prescrizioni (od in presenza di prescrizioni limitate) si intende che comunque devono nel loro insieme (telai, lastre di vetro, eventuali accessori, ecc.) resistere alle sollecitazioni meccaniche dovute all'azione del vento od agli urti, garantire la tenuta all'aria, all'acqua e la resistenza al vento.

Quanto richiesto dovrà garantire anche le prestazioni di isolamento termico, isolamento acustico, comportamento al fuoco e resistenza a sollecitazioni gravose dovute ad attività sportive, atti vandalici, ecc.

Le prestazioni predette dovranno essere garantite con limitato decadimento nel tempo.

Il direttore dei lavori potrà procedere all'accettazione delle luci fisse mediante i criteri seguenti:

- a) mediante controllo dei materiali costituenti il telaio + vetro + elementi di tenuta (guarnizioni, sigillanti) più eventuali accessori, e mediante controllo delle caratteristiche costruttive e della lavorazione del prodotto nel suo insieme e/o dei suoi componenti; in particolare trattamenti protettivi del legno, rivestimenti dei metalli costituenti il telaio, l'esatta esecuzione dei giunti, ecc.;
- b) mediante l'accettazione di dichiarazioni di conformità della fornitura alle classi di prestazione quali tenuta all'acqua, all'aria, resistenza agli urti, ecc.; di tali prove potrà anche chiedere la ripetizione in caso di dubbio o contestazione.

Le modalità di esecuzione delle prove saranno quelle definite nelle relative norme UNI per i serramenti.

### **Serramenti interni ed esterni**

I serramenti interni ed esterni (finestre, porte finestre, e similari) dovranno essere realizzati seguendo le prescrizioni indicate nei disegni costruttivi o comunque nella parte grafica del progetto. In mancanza di prescrizioni (od in presenza di prescrizioni limitate) si intende che comunque nel loro insieme devono essere realizzati in modo da resistere alle sollecitazioni meccaniche e degli agenti atmosferici e contribuire, per la parte di loro spettanza, al mantenimento negli ambienti delle condizioni termiche, acustiche, luminose, di ventilazione, ecc.; lo svolgimento delle funzioni predette deve essere mantenuto nel tempo.

Il direttore dei lavori potrà procedere all'accettazione dei serramenti mediante il controllo dei materiali che costituiscono l'anta ed il telaio ed i loro trattamenti preservanti ed i rivestimenti mediante il controllo dei vetri, delle guarnizioni di tenuta e/o sigillanti, degli accessori. Mediante il controllo delle sue caratteristiche costruttive, in particolare dimensioni delle sezioni resistenti, conformazione dei giunti, delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni, ecc.) e per aderenza (colle, adesivi, ecc.) e comunque delle parti costruttive che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica, tenuta all'acqua, all'aria, al vento, e sulle altre prestazioni richieste.

Il direttore dei lavori potrà altresì procedere all'accettazione della attestazione di conformità della fornitura alle prescrizioni indicate nel progetto per le varie caratteristiche od in mancanza a quelle di seguito riportate. Per le classi non specificate valgono i valori dichiarati dal fornitore ed accettati dalla direzione dei lavori.

Gli infissi dovranno possedere le seguenti caratteristiche:

- 1) Finestre
  - isolamento acustico (secondo la norma **UNI 8204**);

- tenuta all'acqua, all'aria e resistenza al vento (misurata secondo le norme **UNI EN 1027**);
- resistenza meccanica (secondo le norme **UNI 9158** ed **UNI EN 107**);

## 2) Porte interne

- tolleranze dimensionali, spessore (misurate le norme secondo **UNI EN 951**); planarità (misurata secondo la norma **UNI EN 952**);
- resistenza all'urto corpo molle (misurata secondo la norma **UNI 8200**);
- resistenza al fuoco (misurata secondo la norma **UNI EN 1634-1**);
- resistenza al calore per irraggiamento (misurata secondo la norma **UNI 8328**);

## 3) Porte esterne

- tolleranze dimensionali; spessore, misurato secondo la norma **UNI EN 951**;
- planarità misurata secondo la norma **UNI EN 952**;
- tenuta all'acqua, aria, resistenza al vento, misurata secondo la norma **UNI EN 1027**;
- resistenza all'antintrusione misurata secondo la norma **UNI 9569**;

L'attestazione di conformità dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione fornita dall'appaltatore al direttore dei lavori.

## Schermi (tapparelle, persiane, antoni)

Gli schermi (tapparelle, persiane, antoni) con funzione prevalentemente oscurante dovranno essere realizzati nella forma, con il materiale e nelle dimensioni indicate nel disegno di progetto; in mancanza di prescrizioni o con prescrizioni insufficienti, si intende che comunque lo schermo deve nel suo insieme resistere alle sollecitazioni meccaniche (vento, sbattimenti, ecc.) ed agli agenti atmosferici mantenendo nel tempo il suo funzionamento.

Il direttore dei lavori dovrà procedere all'accettazione degli schermi mediante il controllo dei materiali che costituiscono lo schermo e, dei loro rivestimenti, controllo dei materiali costituenti gli accessori e/o organi di manovra, mediante la verifica delle caratteristiche costruttive dello schermo, principalmente dimensioni delle sezioni resistenti, conformazioni delle connessioni realizzate meccanicamente (viti, bulloni, ecc.) o per aderenza (colle, adesivi, ecc.) e comunque delle parti che direttamente influiscono sulla resistenza meccanica e durabilità agli agenti atmosferici.

Il direttore dei lavori potrà altresì procedere all'accettazione mediante attestazione di conformità della fornitura alle caratteristiche di resistenza meccanica, comportamento agli agenti atmosferici (corrosioni, cicli con lampada solari; camere climatiche, ecc.). L'attestazione dovrà essere comprovata da idonea certificazione e/o documentazione.

## Prescrizioni dimensionali idonei ai portatori di handicap

La luce netta della porta di accesso di ogni edificio e di ogni unità immobiliare deve essere di almeno 80 cm. La luce netta delle altre porte deve essere di almeno 75 cm.

L'altezza delle maniglie deve essere compresa tra 85 e 95 cm (consigliata 90 cm).

Devono inoltre essere preferite soluzioni per le quali le singole ante delle porte non abbiano larghezza superiore ai 120 cm, e gli eventuali vetri siano collocati ad una altezza di almeno 40 cm dal piano del pavimento.

L'anta mobile deve poter essere usata esercitando una pressione non superiore a 8 kg.

## Infissi esterni

L'altezza delle maniglie o dispositivo di comando deve essere compresa tra 100 e 130 cm; consigliata 115 cm.

Per consentire alla persona seduta la visuale anche all'esterno, devono essere preferite soluzioni per le quali la parte opaca del parapetto, se presente, non superi i 60 cm di altezza dal calpestio, con l'avvertenza, però, per ragioni di sicurezza, che l'intero parapetto sia complessivamente alto almeno 100 cm e inattraversabile da una sfera di 10 cm di diametro.

Nelle finestre lo spigolo vivo della traversa inferiore dell'anta apribile deve essere opportunamente sagomato o protetto per non causare infortuni.

Le ante mobili degli infissi esterni devono poter essere usate esercitando una pressione non superiore a 8 kg.

## **Serramenti in acciaio**

### **Materiali e norme di riferimento per l'accettazione**

#### **1) Alluminio**

##### **a) Telai**

**UNI EN 573-3** - Alluminio e leghe di alluminio - Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati;

**EN 12020** - Alluminio e leghe di alluminio - Profili estrusi di precisione in lega **EN AW-6060** e **EN AW-6063** - Parte 2: Tolleranze di dimensioni e forma;

**UNI 10680** - Alluminio e leghe di alluminio - Profili in leghe di alluminio ad interruzione di ponte termico. Requisiti e metodi di prova.

##### **b) laminati, di trafilati o di sagomati non estrusi in alluminio**

**UNI EN 573-3** - Alluminio e leghe di alluminio. Composizione chimica e forma dei prodotti semilavorati. Sistema di designazione sulla base dei simboli chimici;

**UNI EN 485-2** - Alluminio e leghe di alluminio. Lamiere, nastri e piastre. Caratteristiche meccaniche;

**UNI EN 754-2** - Alluminio e leghe di alluminio. Barre e tubi trafilati. Tubi estrusi con filiera a ponte, tolleranze;

##### **c) getti in alluminio**

**UNI EN 1706** - Alluminio e leghe di alluminio. Getti - Composizione chimica e caratteristiche meccaniche

#### **2) Profili in acciaio**

##### **a) Telai**

**UNI EN 10079** - Definizione dei prodotti di acciaio e a quelle di riferimento per gli specifici prodotti

##### **b) laminati a caldo**

**UNI 10163-1** - Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiera, larghi piatti e profilati di acciaio laminati a caldo. Prescrizioni generali;

**UNI 10163-2** - Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiera, larghi piatti e profilati di acciaio laminati e a caldo. Lamiere e larghi piatti;

**UNI 10163-2** - Condizioni di fornitura relative alla finitura superficiale di lamiera, larghi piatti e profilati di acciaio laminati e a caldo. Profilati;

**UNI EN 10143** - Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento metallico applicato per immersione a caldo in continuo. Tolleranze dimensionali e di forma;

**UNI EN 10025** - Prodotti laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali. Condizioni tecniche di fornitura.

##### **c) lamiera a freddo**

**UNI 7958** - Prodotti finiti di acciaio non legato di qualità laminati a freddo. Lamiere sottili e nastri larghi da costruzione;

**UNI EN 10142** - Lamiere e nastri di acciaio a basso tenore di carbonio, zincati a caldo in continuo, per formatura a freddo. Condizioni tecniche di fornitura.

*d) lamiere zincate*

**UNI EN 10143** - Lamiere sottili e nastri di acciaio con rivestimento metallico applicato per immersione a caldo in continuo. Tolleranze dimensionali e di forma;

**UNI EN 10143** - Lamiere e nastri di acciaio per impieghi strutturali, zincati per immersione a caldo in continuo. Condizioni tecniche di fornitura.

3) Acciaio inossidabile

*a) telai*

**UNI EN 10088-1** - Acciai inossidabili. Parte 1: Lista degli acciai inossidabili;

**UNI EN 10088-2** - Acciai inossidabili. Parte 2: Condizioni tecniche di fornitura delle lamiere e dei nastri per impieghi generali.

4) Lega di rame

*a) Telai*

**UNI 4894** - Leghe di rame da lavorazione plastica. Ottone binario con Cu 67 % e Zn 33 %;

**UNI 3310-1** - Semilavorati di rame e sue leghe. Barre e profilati di rame, ottoni binari, al piombo e speciali, ottenuti da lavorazione plastica. Caratteristiche meccaniche.

*b) lamiere in rame*

**UNI 3310-2** Semilavorati di rame e sue leghe. Lamiere, nastri, bandelle piattine di rame, ottoni binari, al piombo e speciali, ottenuti da lavorazione plastica.

**Finitura superficiale e verniciatura**

La finitura superficiale dovrà essere priva di difetti visibili ad occhio nudo come graffi, colature, rigonfiamenti, ecc.. In generale dovrà essere approvata dal direttore dei lavori.

Per gli infissi in alluminio la verniciatura dovrà rispettare le prescrizioni della **UNI 9983**.

Per gli infissi in acciaio la verniciatura dovrà rispettare le prescrizioni delle seguenti norme:

**UNI EN ISO 12944-1** - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Introduzione generale;

**UNI EN ISO 12944-2**- Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Classificazione degli ambienti;

**UNI EN ISO 12944-3**- Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Considerazioni sulla progettazione;

**UNI EN ISO 12944-4** - Pitture e vernici. Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura. Tipi di superficie e loro preparazione.

Per gli infissi in acciaio inossidabili si farà riferimento alla **UNI 10088-2**.

**Guarnizioni**

Le guarnizioni devono rispettare le seguenti norme:

**UNI 9122-1**- Guarnizioni per serramenti. Classificazione e collaudo;

**UNI 9122-2** - Edilizia. Guarnizioni per serramenti. Limiti di accettazione per guarnizioni compatte monoestruse;

**UNI 9729-1** - Guarnizioni a spazzolino per serramenti. Classificazione e terminologia;

**UNI 9729-2** - Guarnizioni a spazzolino per serramenti. Criteri di accettazione per tipi senza pinna centrale;

**UNI 9729-3** - Guarnizioni a spazzolino per serramenti. Criteri di accettazione per tipi con pinna centrale;

**UNI 9729-4** - Guarnizioni a spazzolino per serramenti. Metodi di prova.

## **Sigillanti**

I sigillanti devono rispettare le seguenti norme:

**UNI 9610** - Edilizia. Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Requisiti e prove;

**UNI 9611** - Edilizia. Sigillanti siliconici monocomponenti per giunti. Confezionamento;

**UNI EN 26927** - Edilizia. Prodotti per giunti. Sigillanti. Vocabolario;

**UNI EN 27390** - Edilizia. Sigillanti per giunti. Determinazione della resistenza allo scorrimento;

**UNI EN 28339** - Edilizia. Sigillanti per giunti. Determinazione delle proprietà tensili;

**UNI EN 28340** - Edilizia. Prodotti per giunti. Sigillanti. Determinazione delle proprietà tensili in presenza di trazione prolungata nel tempo;

**UNI EN 28394** - Edilizia. Prodotti per giunti. Determinazione dell'estrudibilità dei sigillanti monocomponenti;

**UNI EN 29048** - Edilizia. Prodotti per giunti. Determinazione dell'estrudibilità dei sigillanti per mezzo di un apparecchio normalizzato.

## **Porte resistenti al fuoco**

### **Commercializzazione CEE.**

Le porte ed altri elementi di chiusura legalmente fabbricati o commercializzati negli altri Stati membri dell'Unione europea od originari degli Stati firmatari dell'accordo SEE, sulla base di norme armonizzate o di norme o regole tecniche straniere riconosciute equivalenti, possono essere commercializzati in Italia per essere impiegati nel campo di applicazione del D.M. 14 dicembre 1993.

La commercializzazione delle porte antincendio deve rispettare le prescrizioni del D.M. 3 novembre 2004.

### *Marchio di conformità (UNI 9723)*

Gli elementi di chiusura resistenti al fuoco debbono essere contrassegnati, con punzonatura in rilievo diretta o su targhetta inamovibile e leggibile anche dopo l'incendio dai seguenti dati:

- nome produttore
- anno di fabbricazione
- nominativo ente certificazione
- numero del certificato di prova
- classe/i di resistenza al fuoco
- numero distintivo progressivo con riferimenti annuale.

Per le superfici esposte al fuoco da precise norme il contrassegno deve essere applicato sulla superficie suscettibile di essere esposta al fuoco.

## **Porte installate lungo le vie di uscita**

Tutte le porte resistenti al fuoco devono essere munite di dispositivo di autochiusura.

Le porte in corrispondenza di locali adibiti a depositi possono essere non dotate di dispositivo di autochiusura, purché siano tenute chiuse a chiave.

L'utilizzo di porte resistenti al fuoco installate lungo le vie di uscita e dotate di dispositivo di autochiusura, può in alcune situazioni determinare difficoltà sia per i lavoratori che per altre persone che normalmente devono circolare lungo questi percorsi. In tali circostanze le suddette porte possono essere tenute in posizione aperta, tramite appositi dispositivi elettromagnetici che ne consentano il rilascio a seguito:

- dell'attivazione di rivelatori di fumo posti in vicinanza delle porte;
- dell'attivazione di un sistema di allarme incendio;
- di mancanza di alimentazione elettrica del sistema di allarme incendio;
- di un comando manuale.

### *Criteri di installazione*

In particolare, fatti salvi gli adempimenti previsti da specifiche regole tecniche di prevenzione incendi, l'installazione dei dispositivi di apertura manuale deve essere prevista nei seguenti casi:

- a) sulle porte delle vie di esodo, qualora sia prevista l'installazione di dispositivi e fatto salvo il disposto di cui all'art. 5, devono essere installati dispositivi almeno conformi alla norma UNI EN 179 o ad altra a questa equivalente, qualora si verifichi una delle seguenti condizioni:
  - a.1) l'attività è aperta al pubblico e la porta è utilizzabile da meno di 10 persone;
  - a.2) l'attività non è aperta al pubblico e la porta è utilizzabile da un numero di persone superiore a 9 ed inferiore a 26;
- b) sulle porte delle vie di esodo, qualora sia prevista l'installazione di dispositivi e fatto salvo il disposto di cui all'art. 5, devono essere installati dispositivi conformi alla norma UNI EN 1125 o ad altra a questa equivalente, qualora si verifichi almeno una delle seguenti condizioni:
  - b.1) l'attività è aperta al pubblico e la porta è utilizzabile da più di 9 persone;
  - b.2) l'attività non è aperta al pubblico e la porta è utilizzabile da più di 25 persone;
  - b.3) i locali con lavorazioni e materiali che comportino pericoli di esplosione e specifici rischi d'incendio con più di 5 lavoratori addetti.

### *Sistemi di apertura delle porte*

Il datore di lavoro o persona addetta, deve assicurarsi, all'inizio della giornata lavorativa, che le porte in corrispondenza delle uscite di piano e quelle da utilizzare lungo le vie di esodo non siano chiuse a chiave o, nel caso siano previsti accorgimenti antintrusione, possano essere aperte facilmente ed immediatamente dall'interno senza l'uso di chiavi.

Tutte le porte delle uscite che devono essere tenute chiuse durante l'orario di lavoro, e per le quali è obbligatoria l'apertura nel verso dell'esodo, devono aprirsi a semplice spinta dall'interno.

Nel caso siano adottati accorgimenti antintrusione, si possono prevedere idonei e sicuri sistemi di apertura delle porte alternativi a quelli previsti nel presente punto. In tale circostanza tutti i lavoratori devono essere a conoscenza del particolare sistema di apertura ed essere capaci di utilizzarlo in caso di emergenza.

I dispositivi di apertura manuale, di seguito denominati «dispositivi», delle porte installate lungo le vie di esodo nelle attività soggette al controllo dei Vigili del fuoco ai fini del rilascio del certificato di prevenzione incendi, quando ne sia prevista l'installazione, devono essere conformi alle norme UNI EN 179 o UNI EN 1125 o ad altre a queste equivalenti.

### *Porte scorrevoli e porte girevoli*

Una porta scorrevole non deve essere utilizzata quale porta di una uscita di piano. Tale tipo di porta può però essere utilizzata, se è del tipo ad azionamento automatico e può essere aperta nel verso dell'esodo a spinta con dispositivo opportunamente segnalato e restare in posizione di apertura in mancanza di alimentazione elettrica.

Una porta girevole su asse verticale non può essere utilizzata in corrispondenza di una uscita di piano. Qualora sia previsto un tale tipo di porta, occorre che nelle immediate vicinanze della stessa sia installata una porta apribile a spinta opportunamente segnalata.

### *Installazione in fabbricati destinati anche ad altro uso o in locali inseriti nella volumetria del fabbricato servito*

#### *Accesso*

#### *Porte*

Le porte dei locali e dei disimpegni devono:

- essere apribili verso l'esterno e munite di congegno di autochiusura, di altezza minima di 2 m e larghezza minima 0,6 m. Per impianti con portata termica complessiva inferiore a 116 kW il senso di apertura delle porte non è vincolato.
- possedere caratteristiche di resistenza al fuoco non inferiori a REI 60 o REI 30, per impianti di portata termica rispettivamente superiore o non a 116 kW. Alle porte di accesso diretto da spazio scoperto, strada pubblica o privata, scoperta, o da intercapedine antincendio non è richiesto tale requisito, purché siano in materiale di classe 0 di reazione al fuoco.

#### *Locali di installazione di impianti cucina e lavaggio stoviglie*

##### *Caratteristiche costruttive*

Le strutture portanti Locali di installazione di impianti cucina e lavaggio stoviglie (D.M. 12 aprile 1996) devono possedere resistenza al fuoco non inferiore a R 120, quelle di separazione da altri ambienti non inferiore a REI 120. Per impianti di portata termica complessiva fino a 116 kW sono consentite caratteristiche R/REI 60.

##### *Accesso e comunicazioni*

L'accesso può avvenire direttamente:

- dall'esterno, tramite porta larga almeno 0,9 m in materiale di classe 0 di reazione al fuoco;
- e/o dal locale consumazione pasti, tramite porte larghe almeno 0,9 m di caratteristiche almeno REI 60 per portate termiche superiori a 116 kW e REI 30 negli altri casi, dotate di dispositivo di autochiusura anche del tipo normalmente aperto purché asservito ad un sistema di rivelazione incendi.

È consentita la comunicazione con altri locali, pertinenti l'attività servita dall'impianto, tramite disimpegno anche non aerato, con eccezione dei locali destinati a pubblico spettacolo, con i quali la comunicazione può avvenire esclusivamente tramite disimpegno, indipendentemente dalla portata termica.

##### *Norme di riferimento*

Per i requisiti d'accettazione delle porte e degli altri elementi di chiusura si farà riferimento anche alle seguenti norme:

**D.M. 14 dicembre 1993** - Norme tecniche e procedurali per la classificazione di resistenza al fuoco ed omologazione di porte ed altri elementi di chiusura;

**D.M. 9 aprile 1994** - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la costruzione e l'esercizio delle attività ricettive turistico-alberghiere;

**D.M. 12 aprile 1996** - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi;

**D.M. 19 agosto 1996** - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio dei locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo;

**D.M. 10 marzo 1998** - Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro;

**D.M. 18 settembre 2002** - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture sanitarie pubbliche e private;

**D.M. 3 novembre 2004** - Disposizioni relative all'installazione ed alla manutenzione dei dispositivi per l'apertura delle porte installate lungo le vie di esodo, relativamente alla sicurezza in caso d'incendio;

**D.M. 15 marzo 2005** - Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo.

### *Infissi in legno*

Il direttore dei lavori potrà eseguire le seguenti prove su campioni di infissi prelevati casualmente in cantiere per accertare la rispondenza dei materiali forniti alle prescrizioni contrattuali:

#### *a) Verifiche su porte*

1. Resistenza al carico verticale
2. Resistenza alla torsione statica
3. Resistenza all'urto di corpo molle e pesante
4. Resistenza all'urto di corpo duro
5. Dimensione e perpendicolarità iniziale, dopo clima secco e dopo clima umido
6. Svergolamento, arcuatura e imbarcamento iniziale, dopo clima secco e dopo clima umido

#### *b) Verifiche su finestre*

1. Resistenza alla torsione statica
2. Resistenza alla deformazione nel piano dell'anta
3. Sforzi di manovra
4. Permeabilità all'aria
5. Tenuta all'acqua
6. Resistenza al vento.

### *Infissi in metallo*

Le prove di permeabilità all'aria, tenuta all'acqua e resistenza al vento debbono essere eseguite secondo le seguenti norme:

#### *a) Prove in laboratorio*

**UNI EN 1026** - Finestre e porte. Permeabilità all'aria. Metodo di prova.

**UNI EN 1027** - Finestre e porte - Tenuta all'acqua. Metodo di prova.

**UNI EN 12211** - 30/06/2001 - Finestre e porte. Resistenza al carico del vento. Metodo di prova.

#### *b) Classificazioni in base alle prestazioni*

**UNI EN 12207** - Finestre e porte. Permeabilità all'aria. Classificazione

**UNI EN 12208** - Finestre e porte - Tenuta all'acqua. Classificazione

**UNI EN 12210** - - Finestre e porte. Resistenza al carico del vento. Classificazione

## **Art. 27 Opere di vetrazione e serramentistica**

### **Definizioni**

Si intendono per opere di vetrazione quelle che comportano la collocazione in opera di lastre di vetro (o prodotti simili sempre comunque in funzione di schermo) sia in luci fisse sia in ante fisse o mobili di finestre, portefinestre o porte.

Si intendono per opere di serramentistica quelle relative alla collocazione di serramenti (infissi) nei vani aperti delle parti murarie destinate a riceverli.

### **Realizzazione**

La realizzazione delle opere di vetrazione deve avvenire con i materiali e le modalità previsti dal progetto ed ove questo non sia sufficientemente dettagliato valgono le prescrizioni seguenti.

Le lastre di vetro in relazione al loro comportamento meccanico devono essere scelte tenendo conto delle loro dimensioni, delle sollecitazioni previste dovute a carico vento e neve, delle sollecitazioni dovute ad eventuali sbattimenti e delle deformazioni prevedibili del serramento.

Devono inoltre essere considerate per la loro scelta le esigenze di isolamento termico, acustico, di trasmissione luminosa, di trasparenza o traslucidità, di sicurezza sia ai fini antinfortunistici che di resistenza alle effrazioni, atti vandalici, ecc.

Per la valutazione della adeguatezza delle lastre alle prescrizioni predette, in mancanza di prescrizioni nel progetto si intendono adottati i criteri stabiliti nelle norme UNI per l'isolamento termico ed acustico, la sicurezza, ecc. (**UNI 7143, UNI 7144, UNI EN 12758 e UNI 7697**).

Gli smussi ai bordi e negli angoli devono prevenire possibili scagliature.

I materiali di tenuta, se non precisati nel progetto, si intendono scelti in relazione alla conformazione ed alle dimensioni delle scanalature (o battente aperto con ferma vetro) per quanto riguarda lo spessore e le dimensioni in genere, la capacità di adattarsi alle deformazioni elastiche dei telai fissi ed ante apribili; la resistenza alle sollecitazioni dovute ai cicli termoigrometrici tenuto conto delle condizioni microlocali che si creano all'esterno rispetto all'interno, ecc. e tenuto conto del numero, posizione e caratteristiche dei tasselli di appoggio, periferici e spaziatori.

Nel caso di lastre posate senza serramento gli elementi di fissaggio (squadrette, tiranti, ecc.) devono avere adeguata resistenza meccanica, essere preferibilmente di metallo non ferroso o comunque protetto dalla corrosione. Tra gli elementi di fissaggio e la lastra deve essere interposto materiale elastico e durabile alle azioni climatiche.

La posa in opera deve avvenire previa eliminazione di depositi e materiali dannosi dalle lastre, serramenti, ecc. e collocando i tasselli di appoggio in modo da far trasmettere correttamente il peso della lastra al serramento; i tasselli di fissaggio servono a mantenere la lastra nella posizione prefissata.

Le lastre che possono essere urtate devono essere rese visibili con opportuni segnali (motivi ornamentali, maniglie, ecc.).

La sigillatura dei giunti tra lastra e serramento deve essere continua in modo da eliminare ponti termici ed acustici. Per i sigillanti e gli adesivi si devono rispettare le prescrizioni previste dal fabbricante per la preparazione, le condizioni ambientali di posa e di manutenzione. Comunque la sigillatura deve essere conforme a quella richiesta dal progetto od effettuata sui prodotti utilizzati per qualificare il serramento nel suo insieme.

L'esecuzione effettuata secondo la norma **UNI 6534** potrà essere considerata conforme alla richiesta del presente capitolato nei limiti di validità della norma stessa.

### **Posa in opera dei serramenti**

La realizzazione della posa dei serramenti deve essere effettuata come indicato nel progetto esecutivo e quando non precisato deve avvenire secondo le prescrizioni seguenti.

Le finestre collocate su propri controtelai e fissate con i mezzi previsti dal progetto e comunque in modo da evitare sollecitazioni localizzate.

Il giunto tra controtelaio e telaio fisso se non progettato in dettaglio onde mantenere le prestazioni richieste al serramento dovrà essere eseguito con le seguenti attenzioni:

- assicurare tenuta all'aria ed isolamento acustico;
- gli interspazi devono essere sigillati con materiale comprimibile e che resti elastico nel tempo, se ciò non fosse sufficiente (giunti larghi più di 8 mm) si sigillerà anche con apposito sigillante capace di mantenere l'elasticità nel tempo e di aderire al materiale dei serramenti;
- il fissaggio deve resistere alle sollecitazioni che il serramento trasmette sotto l'azione del vento od i carichi dovuti all'utenza (comprese le false manovre).

La posa con contatto diretto tra serramento e parte muraria deve avvenire:

- assicurando il fissaggio con l'ausilio di elementi meccanici (zanche, tasselli ad espansione, ecc.);
- sigillando il perimetro esterno con malta previa eventuale interposizione di elementi separatori quali non tessuti, fogli, ecc.;
- curando l'immediata pulizia delle parti che possono essere danneggiate (macchiate, corrose, ecc.) dal contatto con la malta o altri prodotti utilizzati durante l'installazione del serramento.

Le porte devono essere posate in opera analogamente a quanto indicato per le finestre; inoltre si dovranno curare le altezze di posa rispetto al livello del pavimento finito.

Per le porte con alte prestazioni meccaniche (antieffrazione) acustiche, termiche o di comportamento al fuoco, si rispetteranno inoltre le istruzioni per la posa date dal fabbricante ed accettate dalla direzione dei lavori.

## **Art. 28 Lavori in ferro ed altri metalli**

I materiali ferrosi da impiegare nei lavori dovranno essere esenti da scorie, soffiature, brecciatore, paglie o da qualsiasi altro difetto apparente o latente di fusione, laminazione, trafilatura fucinatura e simili.

Essi dovranno essere conformi a tutte le condizioni previste dal D.M. 14/09/2006 ed alle vigenti norme UNI dovranno, altresì, presentare, a seconda della loro qualità, i seguenti requisiti:

- Profilati, barre e larghi piatti di uso generale

Dovranno essere di prima qualità, privi di difetti, di screpolature, di bruciature e di altre soluzioni di continuità, perfettamente lavorabili a freddo e a caldo senza che ne derivino screpolature o alterazioni, dovranno, altresì, essere saldabili e non suscettibili di perdere la tempera.

- Acciai per cemento armato normale e precompresso

Gli acciai per cemento armato, sia in barre tonde ad aderenza migliorata che in reti elettrosaldate dovranno essere conformi alle prescrizioni di cui al punto 11.2 del D.M. 14/09/2006.

Gli acciai per cemento armato precompresso, sia in fili che in trefoli o in trecce dovranno essere conformi alle prescrizioni di cui al punto 11.2.3 del D.M. 14/09/2006.

- Ghisa

La ghisa dovrà essere di prima qualità e di seconda fusione, dolce, tenace, leggermente malleabile, facilmente lavorabile con la lima e con lo scalpello; di frattura grigia finemente granosa e perfettamente omogenea, esente da screpolature, vene, bolle, sbavature, asperità ed altri difetti capaci di menomare la resistenza. Dovrà essere, inoltre, perfettamente modellata. E' assolutamente escluso l'impiego di ghisa fosforosa

- Metalli vari

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

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.

## **Art. 29     Tinteggiature e verniciature**

Le operazioni di tinteggiatura o verniciatura dovranno essere precedute da un'accurata preparazione delle superfici interessate (raschiature, scrostature, stuccature, levigature etc.) con sistemi idonei ad assicurare la perfetta riuscita del lavoro.

La miscelazione e posa in opera di prodotti monocomponenti e bicomponenti dovrà avvenire nei rapporti, modi e tempi indicati dal produttore onde evitare alterazioni del prodotto.

L'applicazione dei prodotti vernicianti non dovrà venire effettuata su superfici umide, l'intervallo di tempo fra una mano e la successiva sarà, salvo diverse prescrizioni, di 24 ore, la temperatura ambiente non dovrà superare i 40°C. e la temperatura delle superfici dovrà essere compresa fra i 5 e 50°C. con un massimo di 80% di umidità relativa.

In ogni caso le opere eseguite dovranno essere protette, fino al completo essiccamento, dalla polvere, dall'acqua e da ogni altra fonte di degradazione.

Le opere di verniciatura su manufatti metallici saranno precedute da accurate operazioni di pulizia (nel caso di elementi esistenti) e rimozione delle parti ossidate; verranno quindi applicate almeno una mano di vernice protettiva ed un numero non inferiore a due mani di vernice del tipo e colore previsti fino al raggiungimento della completa uniformità della superficie.

Nelle opere di verniciatura eseguite su intonaco, oltre alle verifiche della consistenza del supporto ed alle successive fasi di preparazione, si dovrà attendere un adeguato periodo, fissato dalla direzione dei lavori, di stagionatura degli intonaci; trascorso questo periodo si procederà all'applicazione di una mano di imprimitura (eseguita con prodotti speciali) od una mano di fondo più diluita alla quale seguiranno altre due mani di vernice del colore e caratteristiche fissate.

La tinteggiatura potrà essere eseguita, salvo altre prescrizioni, a pennello, a rullo, a spruzzo, etc. in conformità con i modi fissati per ciascun tipo di lavorazione.

I sistemi con prodotti fluidi devono rispondere alle indicazioni seguenti:

- a) su pietre naturali ed artificiali impregnazione della superficie con siliconi o olii fluorurati, non pellicolanti, resistenti agli UV, al dilavamento, agli agenti corrosivi presenti nell'atmosfera;
- b) su intonaci esterni:
  - tinteggiatura della superficie con tinte alla calce, o ai silicati inorganici;
  - pitturazione della superficie con pitture organiche;
- c) su intonaci interni:
  - tinteggiatura della superficie con tinte alla calce, o ai silicati inorganici;
  - pitturazione della superficie con pitture organiche o ai silicati organici;
  - rivestimento della superficie con materiale plastico a spessore;
  - tinteggiatura della superficie con tinte a tempera;
- d) su prodotti di legno e di acciaio.

I sistemi si intendono realizzati secondo le prescrizioni del progetto ed in loro mancanza (od a loro integrazione) si intendono realizzati secondo le indicazioni date dal produttore ed accettate dalla direzione dei lavori; le informazioni saranno fornite secondo le norme **UNI 8758** o **UNI 8760** e riguarderanno:

- criteri e materiali di preparazione del supporto;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato di fondo ivi comprese le condizioni ambientali (temperatura, umidità) del momento della realizzazione e del periodo di maturazione, condizioni per la successiva operazione;
- criteri e materiali per realizzare l'eventuale strato intermedio ivi comprese le condizioni citate all'alinea precedente per la realizzazione e maturazione;
- criteri e materiali per lo strato di finiture ivi comprese le condizioni citate al secondo alinea.

e) durante l'esecuzione, per tutti i tipi predetti, si curerà per ogni operazione la completa esecuzione degli strati, la realizzazione dei punti particolari, le condizioni ambientali (temperatura, umidità) e la corretta condizione dello strato precedente (essiccazione, maturazione, assenza di bolle, ecc.), nonché le prescrizioni relative alle norme di igiene e sicurezza.

## **Art. 30      Gabbioni a scatola e materassi**

### ▪ Gabbioni

I gabbioni metallici per la esecuzione di opere di consolidamento o sbancamento saranno di forma prismatica e costituiti da maglie esagonali a doppia torsione, della dimensione indicata nei grafici di progetto.

Le dimensioni del filo, il peso e la capacità dei gabbioni dovranno rispettare le prescrizioni della Direzione dei lavori. I fili metallici saranno protetti da zincatura forte, secondo le norme contenute nella circolare 27 agosto 1962, n. 2078 del Servizio Tecnico Centrale dei Lavori Pubblici. Il filo da impiegarsi nelle cuciture e per i tiranti dovrà possedere le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete.

Nel caso di utilizzo di punti metallici meccanizzati per le operazioni di legatura, questi saranno costituiti da filo a forte zincatura con diametro 3,00 mm.

Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla D.L. il relativo certificato di collaudo e garanzia rilasciato in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, le quantità fornite e la destinazione. Tale Ditta produttrice dovrà inoltre essere in certificazione di sistema qualità in conformità alle normative in vigore, ISO-EN 9001:2000; in assenza di ciò, la D.L. darà disposizioni circa il prelievo di campioni per verificare il rispetto delle normative enunciate.

Le operazioni di preparazione e assemblaggio dei singoli elementi, nonché l'unione degli elementi contigui mediante legature fatte con l'apposito filo di cucitura, o con punti metallici dovranno essere tali da creare una struttura continua e monolitica.

Il materiale di riempimento potrà essere costituito da ciottolo di fiume o pietrame di cava, purché abbia una composizione compatta, e di elevato peso specifico, non friabile né gelivo e di dimensioni tali da non fuoriuscire dalla maglia della rete e da realizzare il maggior costipamento possibile, a tal fine, le dimensioni del materiale di riempimento non dovranno essere inferiori, in nessuna direzione, a 10 cm.

Il pietrame di riempimento utilizzati per la costruzione dell'opera dovranno corrispondere ai requisiti essenziali di compattezza, omogeneità e durabilità; dovranno inoltre essere esenti da giunti, fratture e piani di sfalsamento e rispettare i seguenti limiti:

- massa volumica:  $\geq 24 \text{ kN/m}^3$  (2400 kgf/m<sup>3</sup>)
- resistenza alla compressione:  $\geq 80 \text{ Mpa}$  (800 kgf/cm<sup>2</sup>)
- coefficiente di usura:  $\leq 1,5 \text{ mm}$
- coefficiente di imbibizione:  $\leq 5\%$
- gelività: il materiale deve risultare non gelivo

Le fronti in vista saranno lavorate analogamente alle murature a secco, con analogo onere di pagamento. Nel prezzo sono compresi tutti gli oneri per la fornitura della rete del filo zincato di conveniente spessore per la rilegatura degli spigoli, la formazione dei tiranti, e quanto altro occorresse per il montaggio ed il riempimento dei gabbioni.

La rete metallica utilizzata per la realizzazione del gabbione sarà a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 in accordo con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, avente carico di rottura compreso fra 350 e 500 N/mm<sup>2</sup> e allungamento minimo pari al 10%, avente un diametro pari 2.70 mm,

galvanizzato con lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%) - Cerio - Lantanio conforme alla EN 10244 – Classe A con un quantitativo non inferiore a 245 g/mq.

L'adesione della galvanizzazione al filo dovrà essere tale da garantire che avvolgendo il filo sei volte attorno ad un mandrino avente diametro quattro volte maggiore, il rivestimento non si crepa e non si sfalda sfregandolo con le dita.

La galvanizzazione inoltre dovrà superare un test di invecchiamento accelerato in ambiente contenente anidride solforosa (SO<sub>2</sub>) secondo la normativa UNI ISO EN 6988 (KESTERNICH TEST) per un minimo di 28 cicli.

Oltre a tale trattamento il filo sarà ricoperto da un rivestimento di materiale plastico di colore grigio che dovrà avere uno spessore nominale non inferiore a 0,5 mm, portando il diametro esterno ad almeno 3,70 mm.

Gli scatolari metallici saranno assemblati utilizzando sia per le cuciture sia per i tiranti un filo con le stesse caratteristiche di quello usato per la fabbricazione della rete ed avente diametro pari a 2.20/3.20 mm e quantitativo di galvanizzazione sul filo non inferiore a 230 g/mq; l'operazione sarà compiuta in modo da realizzare una struttura monolitica e continua.

Nel caso di utilizzo di punti metallici meccanizzati per le operazioni di legatura, questi saranno con diametro 3,00 mm e carico di rottura minimo pari a 1700 kN/mm<sup>2</sup>.

Prima della messa in opera e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Appaltatore dovrà consegnare alla D.L. il relativo certificato di collaudo e garanzia rilasciato in originale, in cui specifica il nome del prodotto, la Ditta produttrice, le quantità fornite e la destinazione.

Tale Ditta produttrice dovrà inoltre essere in certificazione di sistema qualità in conformità alle normative in vigore, ISO-EN 9001:2000; in assenza di ciò, la D.L. darà disposizioni circa il prelievo di campioni per verificare il rispetto delle normative enunciate.

Terminato l'assemblaggio degli scatolari si procederà alla sistemazione meccanica e manuale del ciottolame, che dovrà essere fornito di idonea pezzatura, né friabile né gelivo di dimensioni tali da non fuoriuscire dalla maglia della rete e da consentire il maggior costipamento possibile

▪ Materassi e mantellate

Opere di presidio in pietrame realizzate con massi naturali provenienti da cave, di dimensioni varie - da un metro cubo a un metro e cinquanta circa. Detti massi non dovranno presentare spigoli appuntiti, ed eventualmente dovranno essere opportunamente smussati. Nel prezzo è compresa la fornitura e la posa in opera degli stessi secondo le indicazioni della D.L. e con l'onere della facce vista.

I materassi metallici dovranno essere costituiti da una rete metallica a doppia torsione conforme alle UNI-EN 10223-3 e con caratteristiche meccaniche conformi alle norme UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri. Gli elementi metallici dovranno essere collegati tra loro con idonee cuciture eseguite con filo avente le stesse caratteristiche di quello della rete ed avente diametro pari a 2.00/3.00 mm con quantità di galvanizzazione sul filo non inferiore a 215 g/mq o con punti metallici di diametro 3,00 mm. Terminato l'assemblaggio degli scatolari si procederà alla sistemazione meccanica e manuale del ciottolame, che dovrà essere di idonea pezzatura e né friabile né gelivo.

I gabbioni ed i materassi metallici dovranno rispondere alle prescrizioni della Circolare del Consiglio Superiore dei LL.PP. n. 2078 del 27 agosto 1962.

Prima della messa in opera degli elementi e per ogni partita ricevuta in cantiere, l'Impresa dovrà presentare all'Ufficio di Direzione Lavori il certificato di collaudo a garanzia della Ditta che ha fabbricato i gabbioni o i materassi, redatto a norma della circolare sopra citata, e corredato dalla certificazione di sistema qualità in conformità alle normative in vigore, ISO-EN 9002.

L'Ufficio di Direzione Lavori dovrà eseguire gli ulteriori accertamenti descritti nel seguito, le cui spese restano sempre a carico dell'Impresa.

Procederà dapprima alla ricognizione dei gabbioni o dei materassi per controllare che nei punti di torsione lo zinco non presenti sollevamenti o screpolature che ne consentano il distacco con il grattamento: se l'inconveniente si ripeterà per il 10% dei casi esaminati la partita sarà da scartare.

L'Ufficio di Direzione Lavori accerterà altresì il peso complessivo dei gabbioni o dei materassi, mediante pesatura a discrezione di campioni significativi, verificando la corrispondenza con le dichiarazioni del fornitore; se il peso risulterà inferiore, la partita sarà scartata.

Le prove relative alla determinazione delle caratteristiche fisiche del pietrame (determinazione del peso specifico, del coefficiente di imbibizione e della gelività) saranno effettuate, a carico dell' Impresa, seguendo quanto riportato al Capo II delle "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione" di cui al R.D. 16 novembre 1939, n.2232; per le prove di resistenza meccanica (resistenza alla compressione e all'usura per attrito radente), si farà riferimento al Capo III della stessa normativa.

L'Impresa dovrà consegnare all'Ufficio di Direzione Lavori i certificati di un laboratorio ufficiale relativi alle prove sopra indicate, che dovranno dimostrare il rispetto dei limiti imposti.

Di tutte le operazioni di controllo, di prelievo e di verifica verranno redatti appositi verbali firmati in contraddittorio con l'Impresa; in mancanza di tali verbali, l'opera non potrà essere collaudata.

Resta comunque confermata la facoltà dell'Ufficio di Direzione Lavori di integrare la campagna di prove sopraindicate a propria discrezione in relazione alla tipologia, estesa e importanza dell'opera.

## **Art. 31 Paratie e casseri in legname per fondazioni**

Le paratie o casseri in legname occorrenti per le fondazioni debbono essere formate con pali o tavoloni infissi nel suolo e con longarine o filagne di collegamento in sommità, della qualità e dimensioni che saranno prescritte. I tavoloni debbono essere battuti a perfetto contatto l'uno con l'altro; ogni palo o tavolone che si spezzasse sotto la battitura o che nella discesa deviasse dalla verticale, deve essere dall'Impresa, a sue cure e spese, estratto e sostituito.

Le teste dei pali o dei tavoloni debbono essere munite di adatte cerchiature in ferro per evitare le scheggiature e gli altri guasti che possono essere causati dai colpi di maglio. Le punte dei pali e dei tavoloni debbono essere munite di puntazze di ferro quando il Direttore dei lavori lo giudichi necessario.

Le teste delle palancole debbono essere portate al livello delle longarine, recidendo la parte sporgente, quando sia stata riconosciuta la impossibilità di farle maggiormente penetrare nel terreno.

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

### Paratie

Per paratia si intende un'opera con funzioni di sostegno delle terre, ma anche di fondazione, difesa di opere preesistenti, etc., realizzato asportando e sostituendo il terreno con un conglomerato cementizio armato.

Lo scavo è eseguito per elementi singoli (pannelli), le cui dimensioni corrispondono alle dimensioni nominali dell'utensile di scavo, o ad un suo multiplo, gettati monoliticamente.

Per pannelli si intendono i singoli elementi costituenti il diaframma. Pannelli isolati possono essere utilizzati per realizzare fondazioni profonde, alle stregua di pali trivellati di grande diametro.

I giunti di una paratia sono costituiti dalle superfici di contatto tra i singoli pannelli costituenti il diaframma.

I lavori saranno eseguiti in accordo, ma non limitatamente, alle seguenti leggi:

- Decreto Ministeriale 09/01/1996: "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in conglomerato cementizio armato normale e precompresso".
- Decreto Ministeriale 11/03/1988: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- ASTM D1143-81 "Standard Test Method for piles under static and compressive load".
- DIN 4150.

La potenza e la capacità operativa delle attrezzature dovranno in ogni caso essere adeguate alla consistenza del terreno da attraversare ed alle dimensioni dei diaframmi da eseguire nei tempi previsti.

Marcature disposte ad intervalli regolari (1-2 m) sugli organi di manovra degli utensili di scavo dovranno consentire il rapido apprezzamento della profondità alla quale gli utensili stanno operando.

La verticalità delle aste di guida rigide dovrà essere controllata da un indicatore a pendolo disposto sulle stesse.

Nel caso che la perforazione sia eseguita mediante benna mordente, il corpo dell'utensile dovrà lasciare uno spazio tra esso e la parete del foro di ampiezza sufficiente ad evitare "effetti pistone" allorché l'utensile viene sollevato.

Gli utensili di perforazione dovranno avere conformazione tale da non lasciare sul fondo del foro detriti smossi o zone di terreno rimaneggiato.

La benna mordente sarà provvista delle aperture per la fuoriuscita del fango all'atto dell'estrazione.

Il livello del fango nel foro dovrà essere in ogni caso più alto della massima quota piezometrica delle falde presenti nel terreno lungo la perforazione.

Il franco dovrà risultare di norma non inferiore a 1,00 m e non dovrà scendere al di sotto di 0,60 m all'atto dell'estrazione dell'utensile dal foro; a tale scopo si potrà disporre di una fossa di piccola capacità accanto al foro, direttamente connessa alla sua sommità con corto canale.

Ciascun tratto di paratia sarà eseguito in due fasi: si procederà dapprima alla perforazione ed al getto di elementi alterni e si completerà il tratto in seconda fase, con l'esecuzione degli elementi di chiusura ad avvenuta presa del conglomerato cementizio di quelli eseguiti in prima fase.

Le operazioni dovranno essere programmate e condotte in modo da evitare interazioni pregiudizievoli alla buona riuscita del lavoro tra elementi in corso di esecuzione o appena ultimati.

Il materiale di risulta dovrà essere sistematicamente portato alla discarica, previo trattamento dei fanghi bentonitici, secondo la legislazione vigente.

Qualora si accertasse l'impossibilità di fare eseguire immediatamente il getto all'ultimazione della perforazione (per sosta notturna, difficoltà di approvvigionamento del conglomerato cementizio o qualunque altro motivo), si dovrà interrompere la perforazione almeno un metro sopra alla profondità finale prevista e riprenderla successivamente, in modo da ultimare nell'imminenza del getto.

#### Attraversamento di trovanti e/o formazioni rocciose

Nel caso di presenza nel terreno di trovanti lapidei, non estraibili con i normali metodi di estrazione, o di strati rocciosi o cementati e per conseguire una adeguata immersione del diaframma nei substrati rocciosi di base si farà ricorso all'impiego di scalpelli frangiroccia azionati a percussione, di peso e forma adeguati.

In alternativa, ed in relazione alla natura dei materiali attraversati, potranno

essere impiegate speciali attrezzature fresanti.

L'uso di queste attrezzature dovrà essere frequentemente alternato a quello della benna o del secchione, che hanno il compito di estrarre dal foro i materiali di risulta.

Per ulteriori informazioni si rimanda alle prescrizioni delle seguenti norme: UNI EN 10248-1, UNI EN 10248-2 , UNI EN 10249-1, UNI EN 10249-2 .

## **Art. 32     Prescrizioni speciali riguardanti la costruzione dei serbatoi in getto di calcestruzzo e prove di tenuta**

### Getti di vasche e serbatoi

Nella confezionatura del calcestruzzo e nei successivi getti delle pareti e delle platee di vasche, serbatoi o altri manufatti a tenuta stagna dovranno essere prese tutte le misure più idonee al fine di rendere impermeabile la struttura, a tal fine si rimanda a quanto già esposto per quanto riguarda la posa dei getti di cemento armato e alla relativa normativa, ma in particolare dovranno essere utilizzati:

- additivi specifici, ai fini di garantire una migliore plasticità ed impermeabilità dei getti ed impedirne il ritiro (con certificazione di conformità alle normative vigenti inerenti la disciplina igienica delle sostanze destinate a venire a contatto con acqua potabile);
- giunti "water stop" tipo SIKA o simili da adoperarsi ad ogni ripresa di getto e nella giunzione tra platea e pareti delle vasche;
- distanziatori completi di tubi camicia plastici circolari, da sigillare con appositi tappi saldati con collante atossico, tipo Draton-Fasa, Edilgplast o simili.

Le quantità di impiego degli additivi dovranno rispettare fedelmente le prescrizioni delle case produttrici; l'Appaltatore dovrà comunque trasmettere al Direttore dei Lavori, apposite certificazioni, rilasciate da egli stesso o dal fornitore del conglomerato, sulle specifiche tecniche, la conformità all'uso idropotabile ed il dosaggio degli additivi adoperati.

### Ferro per cemento armato

Il ferro delle armature sarà fornito e posto in opera nelle casseforme perfettamente pulito, dopo aver subito tutte le piegature, sagomature e legature prescritte e verificate dalla Direzione Lavori, in modo tale che il tipo, la posizione ed il diametro dei ferri impiegati coincidano rigorosamente con quelli fissati nei disegni esecutivi.

### Disarmo dei getti di conglomerato

Dovranno essere rispettate appieno le prescrizioni di cui alle "Norme Tecniche per opere in cemento armato, normale e precompresso" di cui al D.M. LL.PP. 09/01/96.

Il disarmo dovrà avvenire per gradi, in modo da evitare azioni dinamiche e non prima che la resistenza del conglomerato abbia raggiunto il valore necessario in relazione all'impiego della struttura all'atto del disarmo; l'autorizzazione verrà data in ogni caso dalla D.L..

Il disarmo delle superfici laterali dei getti dovrà avvenire quando il conglomerato avrà raggiunto una resistenza non inferiore a 0,20 Rck e comunque superiore a 50 Kg/cmq.

In assenza di specifici accertamenti sulla resistenza del conglomerato ed in normali condizioni esecutive ed ambientali di getto e di manutenzione, dovranno essere osservati i tempi minimi di disarmo di cui alla seguente tabella.

**Tabella 1: Tempi minimi di disarmo per getti in cls**

| TIPI | DI | CEMENTO | CEMENTO | ALTA |
|------|----|---------|---------|------|
|------|----|---------|---------|------|

| <b>ARMATURA</b>                            | <b>NORMALE</b> | <b>RESISTENZA</b> |
|--|----------------|-------------------|
| sponde dei casseri per travi e pilastri    | 3 gg           | 2 gg              |
| solette di luce modesta                    | 10 gg          | 4 gg              |
| puntelli e centine per travi, archi, volte | 24 gg          | 12 gg             |
| sbalzi                                     | 28 gg          | 14 gg             |

Durante la stagione fredda il tempo per lo scasseramento dovrà essere convenientemente protratto per tener conto del maggior periodo occorrente per il raggiungimento delle resistenze necessarie.

#### Regolarizzazione delle superfici del getto

Si premette che i prezzi stabiliti dall'Elenco per i calcestruzzi prevedono e remunerano una corretta rifinitura delle superfici, senza protuberanze, placche, risalti, avvallamenti, alveolarità o altre imperfezioni; per tutte le operazioni di regolarizzazione sotto descritte non verrà pertanto in nessun caso riconosciuto un compenso aggiuntivo all'Appaltatore.

Per contro la Direzione dei Lavori, valutata la natura, l'entità delle irregolarità e la rifinitura prevista, potrà sia operare congrue detrazioni sui prezzi d'Elenco, sia disporre, a tutte spese dell'Appaltatore, l'adozione di quegli ulteriori provvedimenti che ritenga idonei a garantire il pieno ottenimento delle condizioni e dei risultati richiesti perché l'opera sia data finita a perfetta regola d'arte.

Fermo il principio suindicato, non appena effettuato il disarmo, si procederà alla accurata regolarizzazione delle superfici dei getti.

A tale scopo, si dovranno innanzitutto asportare le protuberanze che si fossero formate durante il getto in corrispondenza delle connessioni dei casseri; si dovranno anche asportare quelle placche che, avendo aderito ai casseri durante la presa, pur non essendosi distaccate durante il disarmo, si siano incrinare internamente, non facendo quindi più corpo unico con la struttura. Si provvederà quindi a livellare con malta di cemento gli avvallamenti lasciati dalle placche distaccate, ad eliminare gli eventuali risalti formati tra parti contigue della cassetta e ad a stuccare accuratamente le eventuali cavità alveolari o porosità in genere del getto, rifinendo di norma le superfici così trattate a frattazzo fine.

#### Pendenze di fondo dei serbatoi

Particolarissima cura dovrà essere posta nel dotare il fondo dei serbatoi di adeguate pendenze, da realizzarsi all'atto stesso del getto della platea di fondo, senza strati di riempimento. Le pendenze dovranno essere preventivamente studiate, indi realizzate a perfetta regola d'arte, e dovranno convogliare al punto di prelievo dello scarico di fondo, in modo che a serbatoio vuoto sia evitato nel modo più assoluto qualsiasi ristagno d'acqua.

#### Posizionamento dei tubi per attraversamento pareti in calcestruzzo

Tutti gli attraversamenti delle pareti in calcestruzzo con tubazioni saranno eseguiti con tubo-forma, secondo le particolarità indicate nei disegni progettuali.

Prima dell'esecuzione dei getti, la Ditta dovrà provvedere all'esatto posizionamento dei tubi-guida, secondo i disegni esecutivi e le prescrizioni della Direzione dei Lavori.

Qualora all'atto del disarmo del calcestruzzo i tubi risultassero spostati, l'Impresa dovrà provvedere a sua cura e spese alla demolizione, al ricollocamento dei tubi nell'esatta posizione ed alla sigillatura con cemento espansivo.

#### Garanzie

Nel caso di realizzazione di serbatoi o comunque vasche di accumulo, una volta completati essi saranno soggetti a prova di tenuta idraulica, con riempimento e controllo del livello dell'acqua per una settimana consecutiva.

Qualora risultassero delle perdite conseguenti ad una esecuzione non accurata della messa in opera del calcestruzzo, per presenza di infiltrazioni, cattive riprese del getto, imperfetta impermeabilizzazione, ecc. ecc., l'Impresa dovrà provvedere, il tutto a sua cura e spese e senza avere diritto a compenso alcuno, alla esecuzione di tutte quelle provvigioni (su propria proposta o su ordine specifico della Direzione Lavori.) occorrenti per assicurare la perfetta tenuta.

### Rinterri

Prima di procedere al riempimento totale dello scavo si dovranno ripristinare o riallacciare a regola d'arte tutte le canalizzazioni di ogni genere incontrate eventualmente nello scavo stesso.

Il riempimento dovrà essere eseguito per strati di circa cm. 30, ognuno dei quali dovrà essere bagnato e costipato secondo i più moderni procedimenti di stabilizzazione dei terreni, adottando macchine vibrocostipatrici adeguate alle circostanze (del tipo "a ranocchia" o di altri tipi), che consentano di far raggiungere la massima densità agli inerti posti come riempimento.

In presenza di terreni coltivati l'Appaltatore dovrà usare particolare cura nello scavo, in modo da conservare a parte il terreno vegetale di superficie, per ricollocarlo poi nella parte superiore del riempimento; comunque l'Appaltatore dovrà in questo caso accordarsi preventivamente con la proprietà, onde soddisfare le giuste esigenze di questa; dei suddetti maggiori oneri è stato tenuto debito conto nel quantificare i relativi prezzi di elenco. Per i rinterri saranno utilizzati esclusivamente materiali provenienti dagli scavi.

Per i riferimenti normativi si rimanda a quanto prescritto dal DM n° 246 del 24-05-1999.

I serbatoi interrati potranno essere disposti secondo le prescrizioni del punto 5 della **UNI EN 124** – *Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione. Principi di costruzione, prove di tipo, marcatura e controllo qualità* – che classifica i dispositivi di chiusura e di coronamento nei seguenti gruppi in base al luogo di impiego:

- Gruppo 1 (classe A 15) per zone usate esclusivamente da ciclisti e pedoni
- Gruppo 2 (classe B 125) per marciapiedi, zone pedonali, aree di sosta e parcheggi multipiano
- Gruppo 3 (classe C 250), per banchine carrabili e cunette e parcheggi per automezzi pesanti, che si estendono al massimo per 50 cm nella corsia di circolazione e fino a 20 cm sul marciapiede, a partire dal bordo
- Gruppo 4 (classe D 400), per strade provinciali e statali e aree di parcheggio per tutti i tipi di veicoli
- Gruppo 5 (classe E 600), per aree soggette a transito di veicoli pesanti
- Gruppo 6 (classe F 900) per aree soggette a transito di veicoli particolarmente pesanti.

Il punto 6.1.1 della norma UNI EN 124 prevede per la fabbricazione dei dispositivi di chiusura e di coronamento, escluso le griglie, l'impiego dei seguenti materiali:

- 1) ghisa a grafite lamellare
- 2) ghisa a grafite sferoidale
- 3) getti in acciaio
- 4) acciaio laminato
- 5) uno dei materiali ai punti precedenti abbinati con calcestruzzo
- 6) calcestruzzo armato.

L'eventuale uso di acciaio laminato sarà ammesso, previa adeguata protezione contro la corrosione; il tipo di protezione richiesta contro la corrosione dovrà essere stabilito, previo accordo fra direzione dei lavori e appaltatore.

La citata norma **UNI EN 124** prevede per la fabbricazione delle griglie i seguenti materiali:

- 1) ghisa a grafite lamellare
- 2) ghisa a grafite sferoidale
- 3) getti in acciaio.

Il riempimento dei coperchi potrà essere realizzato in calcestruzzo o in altro materiale adeguato, solo previo consenso della direzione dei lavori.

I materiali di costruzione devono essere conformi alle norme di cui al punto 6.2 della **UNI EN 124**.

Nel caso di coperchio realizzato in calcestruzzo armato: per le classi da B 125 a F 900, il calcestruzzo dovrà avere una resistenza a compressione a 28 giorni, secondo le norme **DIN 4281**, pari ad almeno  $45 \text{ N/mm}^2$ , nel caso di provetta cubica con 150 mm di spigolo, e pari a  $40 \text{ N/mm}^2$  nel caso di provetta cilindrica di 150 mm di diametro e 300 mm di altezza; per la classe A 15 la resistenza a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a  $20 \text{ N/mm}^2$ .

Il copriferro in calcestruzzo dell'armatura del coperchio dovrà avere uno spessore di almeno 2 cm su tutti i lati, eccettuati i coperchi che hanno il fondo in lastra di acciaio, getti d'acciaio, ghisa a grafite lamellare o sferoidale.

Il calcestruzzo di riempimento del coperchio dovrà essere additivato con materiali indurenti per garantire una adeguata resistenza all'abrasione.

Secondo il punto 9 della **UNI EN 124**, tutti i coperchi, griglie e telai devono portare una marcatura leggibile e durevole e visibile dopo la posa in opera, indicante:

- la norma UNI
- la classe o le classi corrispondenti
- il nome e/o la sigla del produttore
- marchio dell'eventuale ente di certificazione
- eventuale indicazioni previsti dalla lett. e) del citato punto 9 della **UNI EN 124**
- eventuale indicazioni previsti dalla lett. f) del citato punto 9 della **UNI EN 124**.

I dispositivi di chiusura e di coronamento devono essere esenti da difetti che possano comprometterne l'uso.

I dispositivi di chiusura dei serbatoi possono essere previsti con o senza aperture di aerazione.

Nel caso in cui i dispositivi di chiusura sono con aperture d'aerazione, la superficie minima d'aerazione dovrà essere conforme ai valori del prospetto II del punto 7.2 della **UNI EN 124**.

#### *Aperture di aerazione*

Le aperture d'aerazione dei dispositivi di chiusura devono avere dimensioni secondo il tipo di classe di impiego.

#### *Dimensione di passaggio*

La dimensione di passaggio dei dispositivi di chiusura delle camerette d'ispezione deve essere di almeno 60 cm, per consentire il libero passaggio di persone dotate di idoneo equipaggiamento.

#### *Profondità di incastro*

I dispositivi di chiusura e di coronamento delle classi D 400, E 600 e F 900, aventi dimensione di passaggio minore o uguale a 650 mm, devono avere una profondità d'incastro di almeno 50 mm; tale prescrizione non è richiesta per i dispositivi il cui coperchio o griglia è adeguatamente fissato, per mezzo di un chiavistello, per prevenire gli spostamenti dovuti al traffico veicolare.

#### *Sedi*

La superficie di appoggio dei coperchi e delle griglie dovrà essere liscia e sagomata in modo tale da consentire una perfetta aderenza ed evitare che si verifichino spostamenti e rotazioni, ed emissione di rumore; a tal fine, la direzione dei

lavori si riserva di prescrivere l'impiego di idonei supporti elastici per prevenire tali inconvenienti.

#### *Protezione spigoli*

Gli spigoli e le superfici di contatto fra telaio e coperchio dei dispositivi di chiusura in calcestruzzo armato di classe da A 15 a D 400 devono essere protetti con idonea guarnizione in ghisa o in acciaio dello spessore previsto dal prospetto III della **UNI EN 124**.

La protezione degli spigoli e delle superfici di contatto fra telaio e coperchio dei dispositivi di chiusura delle classi da E 600 a F 900 deve essere conforme alle prescrizioni progettuali.

#### *Fessure*

Le fessure, per le classi da A 15 a B 125, devono essere conformi alle prescrizioni del prospetto IV della **UNI EN 124**, e al prospetto V della citata norma per le classi da C 250 a F 900.

#### *Dispositivi di chiusura e di coronamento*

I pezzi di copertura dei serbatoi saranno costituiti da un telaio nel quale troveranno alloggiamento le griglie, per i pozzetti da cunetta, ed i coperchi, per quelli da marciapiede.

Prima della posa in opera, la superficie di appoggio dei dispositivi di chiusura e di coronamento dovrà essere convenientemente pulita e bagnata; verrà quindi steso un letto di malta a 500 kg di cemento tipo 425 per m<sup>3</sup> di impasto, sopra il quale sarà infine appoggiato il telaio.

Lo spessore della malta che si rendesse a tale fine necessario non dovrà tuttavia eccedere i 3 cm; qualora occorressero spessori maggiori, dovrà provvedersi in alternativa, a giudizio della direzione dei lavori, o all'esecuzione di un sottile getto di conglomerato cementizio a 4 q di cemento tipo 425 per m<sup>3</sup> d'impasto, confezionato con inerti di idonea granulometria ed opportunamente armato, ovvero all'impiego di anelli di appoggio in conglomerato cementizio armato prefabbricato. Non potranno in nessun caso essere inseriti sotto il quadro, a secco o immersi nel letto di malta, pietre, frammenti, schegge o cocci.

Qualora, in seguito ad assestamenti sotto carico, dovesse essere aggiustata la posizione del quadro, questo dovrà essere rimosso e i resti di malta indurita saranno asportati. Si procederà quindi alla stesura del nuovo strato di malta, in precedenza indicato, adottando, se è il caso, anelli d'appoggio.

I dispositivi di chiusura e di coronamento potranno essere sottoposti a traffico non prima che siano trascorse 24 ore dalla loro posa. A giudizio della direzione dei lavori, per garantire la corretta collocazione altimetrica, devono essere impiegate armature di sostegno, da collocarsi all'interno delle camerette e da recuperarsi a presa avvenuta.

Per consentire la compensazione di eventuali differenze altimetriche, l'elemento di copertura dovrà essere posato su anelli di conguaglio dello spessore occorrente.

#### *Gradini d'accesso*

Il serbatoio dovrà essere dotato di gradini di discesa e risalita, collocati in posizione centrale rispetto al cammino d'accesso. La scala dovrà essere alla marinara, con gradini aventi interasse di 30-32 cm, realizzati in ghisa grigia, ferro, acciaio inossidabile, acciaio galvanizzato o alluminio. Tali elementi devono essere opportunamente trattati con prodotti anticorrosione per prolungarne la durata. In particolare le parti annegate nella muratura devono essere opportunamente protette con idoneo rivestimento, secondo il tipo di materiale, per una profondità di almeno 35 mm.

Nel caso di utilizzo di pioli (o canna semplice) questi devono essere conformi alle norme **DIN 19555** ed avere diametro minimo di 20 mm e la sezione dovrà essere calcolata in modo che il piolo possa resistere ad un carico pari a tre volte il peso di un

uomo e dell'eventuale carico trasportato. La superficie di appoggio del piede deve avere caratteristiche antiscivolo.

Al posto dei pioli potranno utilizzarsi staffe (o canna doppia) che devono essere conformi alle seguenti norme: tipo corto, **DIN 1211 B**; tipo medio, **DIN 1211 A**; tipo lungo, **DIN 1212**.

In tutti i casi i gradini devono essere provati per un carico concentrato di estremità non inferiore a 3240 N.

Nel caso di pozzetti profondi la discesa deve essere suddivisa mediante opportuni ripiani intermedi, il cui dislivello non deve superare i 4 m.

Le pareti dei muri devono essere ortogonali all'asse delle tubazioni per evitare il taglio dei tubi. Le pareti devono essere opportunamente impermeabilizzate, secondo le prescrizioni progettuali, al fine di prevenire la dispersione delle acque reflue nel sottosuolo.

Il conglomerato cementizio dovrà essere confezionato con cemento CEM II R. 32.5 dosato a 200 kg per m<sup>3</sup> di impasto per il fondo e a 300 kg per m<sup>3</sup> per i muri perimetrali; per le solette si impiegherà invece cemento tipo CEM II R. 425 nel tenore di 300 kg per m<sup>3</sup>. In tal caso sarà opportuno impiegare nel confezionamento additivi idrofughi.

La superficie interna, se in calcestruzzo, in presenza di acque fortemente aggressive, dovrà essere rifinita con intonaci speciali o rivestita con mattonelle di gres ceramico; in presenza di acque mediamente aggressive, si potrà omettere il rivestimento protettivo rendendo il calcestruzzo impermeabile e liscio e confezionandolo con cemento resistente ai solfati. Tutti gli angoli e gli spigoli interni devono essere arrotondati.

I serbatoi realizzati in calcestruzzo devono avere uno spessore minimo di 20 cm, a meno di 2 m di profondità e di 30 cm per profondità superiori.

L'eventuale soletta in c.a. di copertura, con apertura d'accesso, dovrà avere uno spessore minimo di 20 cm ed un'armatura minima con 10 Ø 8 mm/m e 3 Ø 7 mm/m, e opportunamente rinforzata in corrispondenza degli elementi di raccordo tra chiusino e cameretta.

## **CAPO II COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE**

### **Art. 33     Approvvigionamento ed impiego dei materiali**

#### **1) Materiali forniti dall'impresa**

Nel caso in cui l'approvvigionamento di parte o di tutti i materiali previsti nel presente Appalto siano a carico dell'impresa, saranno a carico della stessa oltre alla fornitura di tutti i materiali, il trasporto, lo scarico in cantiere, l'accatastamento nei parchi di cantiere, la ripresa, la posa in opera e le relative prove, nonché l'onere di tutto il personale addetto alla manovra, guardiania e quanto altro occorrente fino al compimento delle opere appaltate.

Col compenso stabilito in elenco per la fornitura, posa in opera e relative giunzioni s'intendono fra l'altro, compensati qualsiasi onere derivante dalla lunghezza dei tubi, in relazione al loro trasporto, maneggio, numero delle giunzioni, ecc. per cui l'impresa, a tale titolo, non potrà chiedere compensi speciali di alcun genere.

I tubi, i pezzi speciali e le apparecchiature dovranno essere presentati alla verifica completamente ultimati, salvo per i manufatti in acciaio, i rivestimenti protettivi, interni ed esterni. L'Appaltatore dovrà procurare a sua cura e spese i mezzi e la mano d'opera necessari per eseguire tutte le prove e le verifiche di collaudo.

La qualità dei materiali impiegati (acciaio, ghisa, bronzo, ecc.) sarà controllata ogni qualvolta l'Amministrazione appaltante lo ritenga necessario, mediante le prove meccaniche, tecnologiche e pratiche, prescritte per ogni singolo materiale dal presente Capitolato e dalle norme in esso richiamate.

Quando tutte le prove eseguite abbiano avuto risultato soddisfacente, il materiale cui esse si riferiscono si intenderà accettato.

L'incaricato delle verifiche, nell'assistere al carico dei tubi e dei materiali su carico ferroviario o autocarro e loro scarico nel cantiere potrà scartare tutti quelli che presentassero difetti non prima avvertiti. Tutte le spese per le predette verifiche e per i collaudi in stabilimento restano a carico dell'impresa.

Malgrado il collaudo e le verifiche eseguite in officina o in partenza, l'Appaltatore resta garante dei manufatti fino al collaudo delle opere e allo scadere dei termini di garanzia: vale a dire si impegna di ricambiare a sua cura e spese quei pezzi che all'atto pratico non corrispondessero alle prove prescritte.

Le tubazioni e i pezzi speciali in acciaio dovranno essere rispondenti al «Disciplinare per la fornitura dei materiali tubolari in acciaio» allegato al Presente Capitolato Speciale.

Le tubazioni e i pezzi speciali in ghisa sferoidale dovranno essere rispondenti alle «Norme per la fornitura di tubi e pezzi speciali in ghisa sferoidale» allegato al presente Capitolato Speciale.

Le tubazioni ed i pezzi speciali in resina termoindurente rinforzata con fibre di vetro dovranno essere rispondenti al disciplinare per la fornitura e per la posa dei tubi in resina termoindurente rinforzata con fibre di vetro cui all'allegato al presente Capitolato Speciale.

Le tubazioni in polietilene ad alta densità dovranno essere rispondenti per caratteristiche del materiale di base, tipi, dimensioni e requisiti, alle UNI EN 12201 del 2004 e successive e a quanto previsto dal D.M. n. 174 del 06.04.2004 ( che sostituisce la Circolare del Ministero della Sanità n. 102 del 02.12.1978) e

per i relativi metodi di prova, alle norme UNI 7615 e successive modifiche ed integrazioni che per patto non si allegano.

Le apparecchiature idrauliche dovranno essere rispondenti alle relative norme UNI che per patto non si allegano.

Per le saracinesche si stabilisce in particolare che, su richiesta della Direttore dei Lavori, l'impresa dovrà esibire preliminarmente i relativi prototipi. La direzione lavori,

ritenuti idonei i prototipi, li sottoporrà a prove di fatica nello stabilimento di produzione, o in un laboratorio di sua fiducia e soltanto a esito positivo delle prove, le apparecchiature si intendono accettate.

L'accettazione delle apparecchiature da parte della direzione lavori non esonera l'impresa dalla propria responsabilità finale di consegnare le apparecchiature stesse in opera perfettamente funzionanti.

Le spese, gli oneri e ogni altra necessità per tali adempimenti saranno a carico dell'impresa.

In particolare saranno a carico dell'impresa tutti gli oneri di collaudo dei materiali che la direzione lavori volesse effettuare negli stabilimenti di produzione a tutti gli oneri per ottenere l'Assistenza, nella posa in opera, da parte di personale specializzato delle Ditte fornitrici.

L'impresa rimane comunque responsabile della perfetta qualità dei materiali, per i quali dovrà peraltro prestare dichiarazione di rispondenza alle norme di fornitura da parte delle Ditte produttrici, nonché della costruzione delle condotte a perfetta regola d'arte.

A garanzia di quanto sopra l'impresa dovrà prestare la cauzione di cui allo specifico articolo.

*a) Tubi e pezzi speciali*

Per accertare la buona qualità del materiale impiegato nella fabbricazione dei tubi di qualunque genere, l'esattezza della lavorazione, il perfetto funzionamento degli apparecchi di manovra e delle tubazioni e la loro corrispondenza all'uso cui devono servire, l'Amministrazione Appaltante si riserva ampia facoltà di far sorvegliare in officina a mezzo di propri incaricati e di sottoporre i materiali e le tubazioni a tutte le prove e verifiche di collaudo che riterrà necessarie. A tal uopo l'impresa indicherà, subito dopo la consegna dei Lavori, la Ditta da essa prescelta per la fornitura del materiale di condotta; questa Ditta dovrà, durante la lavorazione, dare libero accesso nella propria officina agli incaricati dall'Amministrazione Appaltante e prestarsi in ogni tempo affinché essi possano verificare se sono esattamente osservate le prescrizioni di fornitura. I tubi e i pezzi speciali e gli apparecchi dovranno essere presentati alla verifica completamente ultimati, salvo la bitumatura per i pezzi speciali e apparecchi di ghisa e di acciaio. L'impresario o per esso la Ditta fornitrice, dovrà procurare a sua cura e spese i mezzi e la mano d'opera necessaria per eseguire tutte le prove e verifiche di collaudo.

I pezzi speciali di ghisa o acciaio, dopo il collaudo dovranno essere internamente ed esternamente bitumati, e quelli in acciaio esternamente protetti con rivestimento uguale a quello delle tubazioni nelle quali saranno inseriti. La bitumatura dovrà essere ottenuta immergendo i pezzi speciali esenti da ruggine e riscaldati in bagno caldo di bitume polimerizzato. L'operazione dovrà essere fatta con cura, scolando bene le parti dopo l'estrazione dal bagno, in modo da non poter essere asportata né con la conficcazione né a colpi, senza grumi, gocce e screpolature.

La qualità del materiale impiegato (ghisa, acciaio, grès) sarà controllato ogni qualvolta l'Amministrazione Appaltante lo ritenesse necessario, mediante le prove meccaniche, tecnologiche e pratiche prescritte per ogni singolo materiale da norme ufficiali o, in mancanza, dalla direzione lavori, da effettuarsi su appositi saggi, provini o barrette ricavati da pezzi forniti in più da quelli ordinati.

Per i tubi in ghisa saranno rispettate le norme UNI vigenti all'atto della fornitura. Per i tubi in grès saranno rispettate le norme UNI vigenti all'atto della fornitura. Per i tubi di cemento armato saranno rispettate le norme UNI e per quelli in polietilene quelle riportate allo specifico articolo.

Quando tutte le opere eseguite abbiano avuto risultato soddisfacente, il materiale di cui essi si riferiscono si intenderà accettato.

Nel caso che una prova non soddisfacesse, si dovranno prelevare dal materiale sotto accertamento nuovi saggi per le riprove: se anche una sola di queste desse risultato negativo, il materiale verrà definitivamente rifiutato.

Oltre alle prove predette, i tubi, pezzi speciali ed apparecchi saranno sottoposti in officina alla pressione idraulica prescritta per un tempo sufficientemente lungo, onde si possa esaminare accuratamente se le diverse parti presentino qualche difetto di tenuta.

Saranno rifiutati tutti quei pezzi che presentassero lesioni, rotture ed anche trasudamenti oltre i limiti di tolleranza consentiti per ciascuna specie.

Le prove alla pressa possono essere ripetute, sempre a spese dell'Appaltatore, sopra un numero qualsiasi di pezzi ed anche tutti, qualora sia ritenuto opportuno, a giudizio insindacabile del collaudatore, il quale potrà fare uso di un proprio manometro di controllo.

Le dimensioni di ciascun pezzo non dovranno risultare in nessun caso diverse da quelle stabilite, salvo, comunque, le tolleranze ammesse. Saranno rifiutati i pezzi che presentassero difetti superiori alle tolleranze stabilite. I pezzi rifiutati dovranno essere ridotti in rottami o quanto meno venire conservati fino al termine di consegna dell'intera fornitura previa apposita marcatura di rifiuto, in luogo ben separato e distinto.

L'incaricato delle verifiche, nell'assistere al carico dei materiali sul carro ferroviario o autocarro, potrà scartare tutti quei materiali che presentassero difetti non prima avvertiti.

Malgrado il collaudo e le verifiche eseguite in officina ed in partenza l'Appaltatore resta garante delle tubazioni fino a dopo eseguite le prove in opera di cui all'articolo specifico, vale a dire si impegna di ricambiare a tutte sue spese quei pezzi che a lato pratico non corrispondessero alle prove stesse.

#### *b) Apparecchi*

Gli apparecchi idraulici (per i quali l'impresa dovrà comunicare il nominativo della Ditta da essa prescelta per la fornitura) dovranno in tutto uniformarsi ai tipi di progetto e atti a sopportare (chiusi) la pressione di prova della condotta dove sono inseriti e rispondere alle prescrizioni indicate nell'elenco dei prezzi, e a quelle più dettagliate che saranno caso per caso, stabilite dalla direzione lavori, la quale non consentirà la messa in opera di nessun apparecchio che non sia stato dall'amministrazione precedentemente collaudato.

I pezzi di fusione dovranno presentare superfici esterne perfettamente modellate, senza bave e ripassate allo scalpello ed alla lima.

I piani di combaciamento di tutte le flange dovranno essere ricavati mediante lavorazione; inoltre, le flange di attacco alle tubazioni dovranno presentare una o più rigature circolari concentriche, ricavate al tornio, per facilitare la tenuta della guarnizione. Dovranno pure essere ottenute con lavorazioni a macchina tutte le superfici soggette a sfregamenti: i fori delle flange dei coperchi e di quelle di collegamento con le tubazioni dovranno essere ricavati al trapano. Le sedi delle valvole e le superfici di tenuta, gli otturatori dovranno essere ricavati al tornio e venire rettificati a mano e smerigliati in quanto necessario ad assicurare una perfetta e durevole tenuta agli organi di chiusura.

I filetti delle viti di manovra e di quelle destinate a serrare coperchi saranno ricavate a macchina e dovranno essere completi, a spigoli retti senza strappi o ammanchi di materia.

Sulla superficie esterna di ogni apparecchio dovrà risultare di fusione la marca della Casa fornitrice, il diametro di passaggio e la freccia per la direzione del flusso dell'acqua.

Per le parti speciali stampate e fucinate tali indicazioni saranno ricavate mediante punzonatura.

Tutte le parti di ghisa per le quali non sarà prescritta verniciatura, dopo il collaudo in officina eseguito da incaricati dell'amministrazione dovranno essere bitumati internamente ed esternamente. La bitumatura dovrà essere ottenuta immergendo le parti esenti da ruggine e riscaldate in bagno caldo di bitume polimerizzato minerale. La operazione dovrà essere fatta con cura, scolando bene le

parti dopo la estrazione del bagno, in modo da non poter esser asportata né con la conficcazione né a colpi, e risulti senza grumi, gocce di catrame e screpolature.

Le parti di ferro o di acciaio, stampate e forgiate, e quelle fuse da verniciarsi, saranno pure coperte con bitume polimerizzato. Le superfici esterne grezze, in bronzo, rame, ottone, saranno semplicemente ripulite mediante sabbiatura. Gli accessori da installarsi in vista nei locali di manovra dovranno, nella parte di ghisa, essere da prima stuccati e spalmati di minio, dopo che questo è asciugato, verranno verniciati con doppia mano di vernice cenere all'olio essiccativo. I volantini dovranno essere invece verniciati di nero; le parti esterne lavorate in bronzo e ottone saranno polimentate.

Gli apparecchi e accessori dovranno essere costruiti in relazione ai diversi diametri ed alle diverse pressioni secondo le norme UNI; a tali prescrizioni dovranno soddisfare anche le flange degli stessi apparecchi ed accessori.

*c) Materiali forniti dall'Amministrazione*

Per i materiali che eventualmente dovessero essere direttamente forniti dall'Ente Finanziatore o dall'Ente Appaltante secondo un programma di consegna, risultante dalle ordinazioni dei vari materiali, di cui l'impresa potrà prendere conoscenza presso la direzione lavori, l'Amministrazione Appaltante non si impegna in merito ai termini di consegna.

Tali forniture saranno effettuate, dopo che l'impresa ne avrà fatta richiesta a mezzo di esatte distinte risultanti dai rilievi esecutivi, secondo un piano che nelle linee generali sarà comunicato all'Appaltatore, dopo che le Ditte fornitrici avranno confermata l'ordinazione effettuata dalla Amministrazione.

Le ordinazioni saranno fatte dall'Ente Finanziatore, o dall'Ente Appaltante secondo le modalità stabilite e di massima, in aderenza al programma di esecuzione dei Lavori redatto dall'impresa ed approvato dalla direzione lavori, riservandosi la Direzione stessa la facoltà di disporre variazioni nello sviluppo dei Lavori, anche in dipendenza della consegna delle forniture.

La consegna dei materiali resta ovviamente condizionata alla disponibilità degli stessi presso i fabbricanti o ai tempi necessari per la loro fabbricazione e alla possibilità di trasporto nel periodo in cui vengono commessi all'industria, per cui degli eventuali ritardi rispetto alle previsioni di consegna non potrà essere ritenuta responsabile l'Amministrazione; sarà invece ritenuta responsabile l'impresa se le operazioni necessarie per l'approntamento delle distinte dei materiali non saranno sollecitamente eseguite dopo la consegna dei Lavori e le distinte stesse non saranno presentate alla direzione lavori con la richiesta di approvvigionamento in tempo utile, tenuto presente il tempo normalmente occorrente dalla richiesta di offerta alle Ditte si giunga alla consegna della fornitura.

Tale periodo di tempo s'intende compreso nel termine contrattuale stabilito per l'ultimazione dei Lavori e non darà perciò diritto all'impresa di ricevere proroghe e facoltà alla direzione lavori di ordinare sospensioni.

Per quanto riguarda le tubazioni, si precisa che l'importo a corpo stabilito per la posa in opera e le giunzioni dei tubi intende tra l'altro compensare qualsiasi onere derivante dalla lunghezza dei tubi così come verranno forniti, in relazione al loro trasporto, maneggio, numero di giunzioni ecc. per cui l'impresa a tale titolo non potrà chiedere compensi speciali di alcun genere.

La consegna dei tubi forniti dall'Amministrazione avverrà:

- a) per i tubi di acciaio e di ghisa e relativi pezzi speciali e apparecchi su carro ferroviario franco stazioni ferroviarie, vicine al luogo di impiego, o franco bordo nave (al posto più vicino ove siano assicurati frequenti collegamenti marittimi da designarsi dall'Appaltatore all'atto della consegna dei Lavori e da specificarsi nel relativo verbale), oppure franco autocarro nel punto e nei punti vicino al luogo di impiego e, comunque sempre in zone servite da strade statali, provinciali o comunali (che saranno in accordo stabiliti con l'impresa), restando altresì inteso che ogni decisione circa la scelta definitiva della consegna franco stazione o franco autocarro, o franco bordo nave, spetta all'Amministrazione a suo insindacabile

giudizio.

I tubi di acciaio potranno avere imballaggio costituito da tappetini di paglia intrecciata, larghi circa cm 60, appositamente disposto alla distanza di circa m 2,00 l'uno dall'altro e fissati al tubo con legature di filo di ferro. Alla sommità del carico, per impedire l'azione di usura della corda metallica sulla parete rivestita del tubo saranno disposte apposite tapparelle distanziatrici.

I tubi di ghisa saranno semplicemente protetti con cercine di vegetale attorno ai bicchieri.

L'Appaltatore dovrà farsi diligente presso le stazioni e i porti di arrivo per procedere allo scarico dei materiali nel più breve tempo al fine di evitare qualunque spesa per soste od altro, che rimarrebbe in ogni caso a suo esclusivo carico. L'Appaltatore non potrà mai chiedere che spedizioni e arrivi avvengano con un determinato ritmo, ma dovrà invece attrezzarsi per poter caricare e avviare ai suoi depositi temporanei o a piè d'opera tutti i tubi di arrivo, quale che sia il numero dei carri ferroviari e la loro distribuzione nella giornata ovvero la entità del carico su nave. La mancanza di mezzi di scarico (gru, ecc.) in stazione o su banchina non potrà essere invocata dall'Appaltatore né per modificare il ritmo degli arrivi né per chiedere speciali compensi. All'atto dello svincolo dei carri ferroviari o del ritiro su nave l'Appaltatore dovrà procedere al controllo del materiale in arrivo e quindi, ove sia il caso, alle contestazioni nei confronti dell'Amministrazione o dell'impresa di trasporti marittimi, ritirando il relativo verbale di accertamento. Tutto il materiale per cui non sia fatto verbale di avaria si intende ricevuto dall'Appaltatore in condizioni perfette, sia nel corpo che nell'eventuale rivestimento protettivo: da quell'istante l'Appaltatore resta garante dei materiali ricevuti fino a dopo eseguite le prove in opera (di cui al seguente articolo), vale a dire si impegna di ricambiare a tutte sue spese quei pezzi che all'atto pratico non corrispondessero alle prove stesse;

- b) per i tubi in grès e pezzi speciali relativi, per la costruzione di condotte idriche e di fogne di grès, la consegna avverrà franco stabilimento di fabbricazione.

L'Amministrazione fornirà tubi di lunghezza di fabbricazione normale.

L'importo in Capitolato per la posa in opera e le giunzioni dei tubi di grès intende fra l'altro compensare qualsiasi onere anche in relazione al loro trasporto, maneggio, giunzione, da effettuarsi secondo le prescrizioni del fabbricante, eventuali tagli, sagomature del bordo, etc.; per cui l'impresa a tale titolo non potrà chiedere compensi speciali di alcun genere.

La consegna dei materiali sarà effettuata dall'Amministrazione allo stabilimento di fabbricazione subito dopo il collaudo effettuato, alla presenza o meno di rappresentanti dell'Appaltatore e da incaricati dell'Ente. Dell'effettuazione dei collaudi l'Appaltatore sarà avvisato, perché intervenga ad assistere, con preavviso di 48 ore. La presenza dell'Appaltatore al collaudo ha solamente lo scopo di assicurarlo che i tubi che gli sono consegnati corrispondono alle speciali norme di fornitura. Ove egli non si presenti, il collaudo sarà eseguito dagli incaricati della Amministrazione ed avrà ugualmente valore impegnativo nei confronti dell'Appaltatore, il quale pertanto resta garante dei materiali collaudati dall'Amministrazione fino a dopo eseguite le prove in opera, vale a dire è obbligato a ricambiare a tutte sue spese quei pezzi che all'atto pratico non superassero le prove stesse.

Effettuato il collaudo, l'Appaltatore dovrà contemporaneamente dare disposizioni alla fabbrica per immediata spedizione di tutti i tubi collaudati, quale sia il loro numero, con quei mezzi che a giudizio della Ditta fabbricatrice dei tubi assicurino all'atto del carico modalità di stivaggio che garantiscano la assoluta integrità dei materiali durante il trasporto.

Ove egli a ciò non provveda, su richiesta della fabbrica, comunicata per conoscenza anche all'Appaltatore, l'ente Finanziatore o l'Ente Appaltante, disporrà la spedizione direttamente, nel modo che riterrà migliore, a tutte spese dell'Appaltatore, il quale sarà tempestivamente avvertito dei provvedimenti adottati

dall'Amministrazione.

I materiali forniti e consegnati all'impresa, non posti in opera, ad ultimazione dei Lavori dovranno essere riconsegnati alla Stazione Appaltante a mezzo di regolare verbale unitamente ad una distinta dettagliata in cui verranno indicate le caratteristiche dei materiali, le lunghezze, i diametri, il numero, ecc. nonché lo stato di conservazione.

In sede di conto finale all'impresa sarà addebitato, al costo, il materiale che risulterà mancante e non compreso nel normale sfrido, nonché il materiale riconsegnato deteriorato o danneggiato.

È fatto divieto all'impresa di adoperare i materiali forniti dall'Amministrazione in modo diverso da quello stabilito all'atto della consegna del Direttore dei Lavori.

## **Art. 34      Posa delle tubazioni e pezzi speciali**

### **1) Norme generali**

- a) La posa in opera e la giunzione delle condotte, di qualunque materiale esse siano formate (acciaio, ghisa, cemento armato, p.v.c., PRFV, polietilene o grès), dovrà essere effettuata da personale specializzato.

In particolare:

- Nelle operazioni di posa in opera dei tubi di acciaio il personale saldatore dell'impresa deve possedere la necessaria preparazione tecnica che dovrà risultare da attestati di lavoro o da diplomi di corsi di specializzazione per saldatore. Comunque, prima dell'inizio delle operazioni di posa in opera la direzione lavori, mentre potrà richiedere l'allontanamento di quel personale che presenti titoli da essa ritenuti insufficienti, potrà sottoporre il personale accettabile ad esperimento pratico ed a un breve esame che verterà sul minimo di cognizioni tecniche necessarie. Il risultato di detta prova dovrà essere verbalizzato agli atti della gestione Lavori. Il riconoscimento da parte della direzione lavori della idoneità del personale saldatore, in sede degli esperimenti e degli esami di cui innanzi, non modifica in nessun modo la piena responsabilità della buona riuscita delle saldature e i conseguenti obblighi stabiliti nel presente Capitolato a carico dell'impresa.
- La formazione dei giunti delle tubazioni di ghisa ad anello di gomma e di cemento armato deve essere fatta da operai forniti dalla Ditta costruttrice delle tubazioni alla quale l'impresa dovrà richiederli nel numero che sarà dalla direzione lavori ritenuto adeguato per assicurare la ultimazione dei Lavori entro il termine contrattuale. Solo il personale di manovalanza in aiuto può essere scelto tra quello generico dell'impresa.

L'impresa è tenuta a mostrare alla direzione lavori, prima dell'inizio delle operazioni di posa in opera, l'elenco degli operai forniti dalla Ditta costruttrice delle tubazioni. Alla direzione lavori è riservata la piena facoltà di accertare, ogni volta che lo riterrà necessario e nei modi che riterrà migliori, l'esatto adempimento di questo obbligo da parte dell'impresa.

Le norme di cui sopra non modificano in nessun modo la responsabilità dell'impresa come dal presente Capitolato circa la buona riuscita del lavoro di costruzione della condotta o gli oneri relativi.

Gli oneri particolari relativi a tali prestazioni sono compresi nella posa in opera, giunzione e prova delle condotte costruite con detti tubi.

- b) La direzione lavori potrà, a suo insindacabile giudizio, far sospendere la posa delle tubazioni qualora il personale incaricato di tale lavoro, nonostante la osservanza di quanto stabilito in precedenza, non dia all'atto pratico, le necessarie garanzie per la perfetta riuscita dell'opera.

La posizione esatta in cui devono essere posti i pezzi speciali e gli apparecchi, deve essere riconosciuta e approvata dal Direttore dei Lavori. Conseguentemente resta

determinata la lunghezza dei diversi tratti di tubazione continua. Questa deve essere formata col massimo numero possibile di tubi interi, così da ridurre al minimo il numero delle giunture. Resta quindi vietato l'impiego di spezzoni di tubi ove non sia strettamente riconosciuto necessario dal Direttore dei Lavori. Qualora venisse riscontrato l'impiego non necessario di spezzoni di tubo, l'Appaltatore dovrà, a tutte sue spese, rifare il lavoro correttamente, rimanendo di lui il carico di tutte le maggiori spese per tale fatto sostenute dall'Amministrazione.

## 2) Pulizia di tubi ed accessori

Prima di essere posto in opera ciascun tubo, pezzo speciale ed apparecchio deve essere, a piè d'opera accuratamente pulito dalle tracce di ruggine o di qualunque elemento estraneo. Nell'operazione di posa deve evitarsi che nell'interno della condotta vadano detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la superficie interna del tubo.

Gli estremi della condotta posata devono essere tappati accuratamente, durante le interruzioni del lavoro, con tappi di legno.

## 3) Discesa dei tubi, pezzi speciali ed apparecchi

I tubi, pezzi speciali ed apparecchi devono essere discesi con cura nelle trincee e nei cunicoli dove debbono essere posati, evitando urti, cadute, ecc. I singoli elementi saranno calati il più possibile vicino al posto che dovranno avere in opera, evitando spostamenti notevoli entro il cavo.

## 4) Preparazione del piano di posa

La posa dei tubi dovrà essere fatta secondo le disposizioni che, tratto per tratto, impartirà la direzione lavori, e direttamente sul fondo delle trincee all'uopo scavate ovvero su un letto di posa formato con pietrischetto minuto o sabbia. In questo caso il letto avrà uno spessore di cm 10 sotto la tubazione, sarà esteso a tutta la larghezza del cavo, ed abbraccerà il tubo per una angolo al centro di almeno 90°.

In galleria e negli attraversamenti, la posa dei tubi avverrà su apposite sellette in calcestruzzo.

Il fondo del cavo, sia esso in terra o in roccia, esista o no il letto di posa, non potrà presentare rilievi o infossature maggiori di cm 3.

Qualora dal Direttore dei Lavori sia ritenuto necessario consolidare il piano di posa, questo consolidamento sarà effettuato mediante platea di calcestruzzo cementizio semplice o armato, con le modalità che saranno ordinate dal Direttore dei Lavori.

Ove sia necessario, potrà raggiungersi il terreno solido per l'appoggio mediante pilastri in murature ovvero facendo ricorso a palificate di sostegno.

È vietato l'impiego di pezzi di pietra sotto i tubi per stabilire gli allineamenti.

## 5) Scavo delle nicchie

Nelle pareti e sul fondo dei cavi, in corrispondenza dei giunti, verranno scavate apposite incavature e nicchie per far luogo sia alla ribattitura del materiale di ristagno delle giunzioni dei tubi sia alla ispezione accurata delle giunzioni stesse in sede di prova. La dimensione delle nicchie deve essere tale che a giudizio del Direttore dei Lavori gli operai possano eseguire il loro lavoro con libertà di azione e tranquillità. L'onere per lo scavo delle nicchie è compensato nello scavo a sezione ristretta per posa delle tubazioni.

#### 6) Profondità

La profondità non sarà di norma minore a m 1,20 sull'estradosso della tubazione. Potrà essere permessa una profondità minore, per brevi tratti, per particolari ragioni riconosciute dal Direttore dei Lavori. Qualora il profilo del terreno non consentisse di mantenere regolarmente tale profondità minima, la prescritta copertura dovrà essere raggiunta con la costruzione di un adeguato rilevato, curato in modo che esso non abbia a provocare ristagni di acqua.

#### 7) Precauzioni da aversi durante i lavori

Durante l'esecuzione dei Lavori di posa debbono essere adottati tutti gli accorgimenti necessari per evitare danni agli elementi di condotta già posati.

Si impedirà quindi, con le necessarie cautele durante i Lavori e con adeguate sorveglianze nei periodi di sospensione, la caduta di pietre, di massi, ecc. che possano danneggiare le tubazioni e gli apparecchi.

Con opportune arginature e deviazioni si impedirà che le trincee siano invase dalle acque piovane, e si eviteranno parimenti, con rinterri parziali eseguiti a tempo debito, senza comunque interessare i giunti che verificandosi, nonostante ogni precauzione, le inondazioni dei cavi, e che le condotte, vuote o chiuse agli estremi, possano essere sollevate dalle acque. Ogni danno, di qualsiasi entità, che si verificasse in tali casi per mancanza di adozione delle necessarie cautele è a carico dell'Appaltatore.

Le estremità di ciascun tratto di condotta in corso di impianto debbono essere tenute chiuse con tappo di legno. È vietato praticare tali chiusure in modo diverso.

#### 8) Integrità dei rivestimenti delle tubazioni d'acciaio

L'impresa assume con la stipula del contratto, l'intera e piena responsabilità dell'integrità dei rivestimenti delle tubazioni e pezzi speciali di acciaio, forniti da essa direttamente o dall'Amministrazione, durante lo scarico da bordo nave ed i trasporti dal porto, dalle stazioni ferroviarie e dai luoghi di scarico dagli autocarri provenienti dalla fabbrica in poi, e durante tutte le operazioni per la costruzione dell'acquedotto fino a dare la condotta posata, giuntata e provata

Essa è quindi tenuta, a suo carico, nel caso di fornitura da parte dell'Amministrazione o di quelle fornite direttamente, a rilevare accuratamente, all'atto di prendere in consegna le tubazioni ed i pezzi speciali, durante lo scarico della nave, dai vagoni ferroviari o dagli autocarri provenienti dalla fabbrica, lo stato di rivestimenti di ogni singolo tubo o pezzo speciale ed a far rilevare dagli incaricati dalla direzione lavori o, in mancanza, da due testimoni estranei all'impresa, le eventuali imperfezioni (lesioni, abrasioni, tagli, ecc.) che il rivestimento presenti per danneggiamento subito durante le operazioni di trasporto dalla fabbrica al luogo ove l'impresa li prende in consegna.

Questi rilievi devono essere verbalizzati.

La direzione lavori darà le necessarie disposizioni e contabilizzerà a credito dell'impresa quelle riparazioni ai rivestimenti per i danneggiamenti come sopra rilevati, per i quali la Direzione stessa abbia ritenuto sufficiente la riparazione a piè d'opera fatta dall'impresa.

Il collocamento in opera dei tubi di acciaio deve essere preceduto da accurate ispezioni sullo stato dei rivestimenti protettivi e da quelle prove sulla integrità di essi che saranno disposte dalla direzione lavori.

Per accertare l'integrità dei rivestimenti l'impresa dovrà provvedersi di rilevatori a scintilla alimentati da spinterogeni, nei quali la distanza delle punte dallo scaricatore non dovrà essere inferiore a 1,5 volte lo spessore del rivestimento da controllare.

Qualunque danno ai rivestimenti che sia constatato a tubi e pezzi speciali in questa operazione di controllo, od in opera successivamente e quindi dipenda dalle operazioni fatte dall'impresa dopo il ricevimento delle tubazioni, farà carico all'impresa stessa la quale dovrà provvedere, a sue spese e secondo le norme del presente Capitolato in appresso specificate, alle riparazioni che saranno ordinate dalla direzione

lavori, o ai maggiori rivestimenti, e, occorrendo, anche, a forniture a piè d'opera tubi o pezzi speciali con rivestimento integro quanti siano stati giudicati in condizioni di rivestimento tale che esso non sia riparabile a piè d'opera.

I tubi ed i pezzi scartati rimarranno di proprietà dell'impresa, che dovrà subito provvedere ad allontanarli dal cantiere.

Tutti gli oneri relativi a dette prestazioni sono compresi nella posa in opera, giunzione e prova delle condotte in acciaio.

#### 9) Riparazione delle lesioni al rivestimento applicato ai tubi o pezzi speciali (curve) d'acciaio

Tutte le volte che un tubo o pezzo speciale di acciaio si presenti a piè d'opera con i rivestimento lesionato, prima di rifiutarne l'impiego, la direzione lavori potrà a suo esclusivo giudizio consentire, ove le lesioni siano di modesta entità, che i rivestimenti lesionati vengano restaurati con le modalità di cui appresso, e quindi accettare il materiale.

Nel caso che si tratti di tubi e pezzi speciali con il rivestimento tipo "Dalmine" ove il danno al fibrocemento si limiti ad una fessurazione eventualmente appena segnata da un inizio di fuoriuscita di bitume, basterà riparare il solo fibrocemento; per far questo, dopo aver asportato la superficie con idonea boiacatura si applicherà una doppia fasciatura elicoidale di tessuto di vetro impregnato di malta di cemento e di sabbia in rapporto 1 a 1, estesa da ambo le parti fino a ricoprire per almeno cm 30 al di là della rottura il rivestimento protettivo originale fibro-cementizio.

Detta fasciatura sarà finita superficialmente con spolveratura di cemento e successiva fasciatura.

Se poi il danno si estende anche allo strato bituminoso, ovvero se dalla lesione del fibrocemento si sia verificata fuoriuscita e colatura di bitume, si dovrà procedere alla asportazione del fibrocemento e del bitume, sulla intera circonferenza, per la sezione di tubo danneggiata, provvedendo al completo ripristino del rivestimento (strato di fondo, mastice e vetro) secondo quanto detto al successivo art. 65, paragrafo C/d per la ripresa del rivestimento sui giunti saldati, e con materiali e modalità rispondenti alle «Norme di Capitolato per il rivestimento protettivo dei tubi di Dalmine di acciaio per acquedotti». La riuscita del restauro del rivestimento bituminoso dovrà essere controllata in questa fase mediante il \*rilevatore a scintille.

Successivamente, sopra il rivestimento bituminoso restaurato, si applicherà la fasciatura di vetro e cemento sopra descritta, estesa per cm 30 sopra l'adiacente fibrocemento.

Particolare cura dovrà essere rivolta agli stagionamenti cementizi, provvedendo a frequenti abbondanti bagnature.

Nel caso invece che si tratti di tubi e pezzi speciali (curve) con il solo rivestimento bituminoso, per le riparazioni a tale rivestimento si procederà secondo quanto detto all'art. 65 paragrafo C/d (escluso l'ultimo comma e cioè: eventuale rivestimento fibro-cementizio).

#### 10) Posa in opera dei tubi

Dopo che i tubi saranno stati trasportati a piè d'opera lungo il tratto di condotta da eseguire e saranno state raggiunte le profondità di scavo fissate nelle tabelle di posa, l'impresa farà porre e quotare con canne metriche e livello a cannocchiale, dei picchetti sia nei punti del fondo della fossa che corrispondono alle verticali dei cambiamenti di pendenza e di direzione della condotta, sia in punti intermedi in modo che la distanza tra picchetto e picchetto non superi i m 15.

Con riferimento a detti picchetti verrà ritoccato e perfettamente livellato il fondo della fossa predisponendo, ove sia stabilito dal Direttore dei Lavori, secondo le norme del presente Capitolato l'eventuale letto di posa, verranno quindi disposte delle travi di legno in posizione tale che una delle facce sia a piombo con il centro del picchetto corrispondente.

Queste travi verranno situate ad una altezza costante sul piano di posa: questa

altezza corrisponderà al diametro massimo esterno del tubo da posare, maggiorato in una misura costante.

Su ciascuna trave si traccerà con pressione l'allineamento tra vertice e vertice; quindi si procederà allo scavo delle nicchie per l'esecuzione delle giunzioni e alla perfetta sistemazione del fondo della fossa, come verrà prescritto dalla direzione lavori.

I tubi verranno calati nella fossa con mezzi adeguati a preservare l'integrità sia della struttura che del rivestimento e verranno disposti nella giusta posizione per l'esecuzione delle giunzioni, facendo riferimento ad una cordicella tesa fra le travi precedentemente descritte.

Prima di essere calati nei cavi i tubi dovranno essere puliti accuratamente nell'interno dalle materie che eventualmente vi fossero depositate e disinfettati isolatamente con lavaggio di acqua di calce: quindi saranno battuti a piccoli colpi di martello per accertare che non vi siano rotture, né soffiature, né camere d'aria.

Prima del collocamento in opera dei tubi in acciaio oltre la pulizia e disinfezione già indicate dovrà provvedersi alle riparazioni accurate dei rivestimenti cementizi protettivi. Dopo la posa in opera e l'esito favorevole della prima prova idraulica, dovrà provvedersi alla protezione dei giunti secondo le norme già indicate. La posa in opera dei tubi in acciaio e ghisa per i giunti saldati si eseguirà facendo poggiare l'esterno del cordone entro il fondo del bicchiere successivo si da ottenere che i vari pezzi risultino concentrici e perfettamente allineati.

Salvo quanto riguarda in particolare la formazione delle giunzioni, ogni tratto di condotta deve essere disposto e rettificato in modo che l'asse del tubo unisca con uniforme pendenza i diversi punti che verranno fissati con appositi picchetti, in modo da corrispondere esattamente all'andamento planimetrico o altimetrico stabilito nei profili che potranno essere disposti dalla direzione lavori stessa.

Nessun tratto dovrà essere posato in orizzontale; la pendenza minima ammessa è del 2%.; i bicchieri devono essere sempre rivolti verso i punti a quota maggiore.

Non sono tollerate contropendenze.

Nel caso che nonostante tutto, queste si verificassero, l'Appaltatore ha tutti quei maggiori oneri che a giudizio insindacabile della direzione lavori, saranno ritenuti necessari per rettificare la tubazione, compreso quello di rimuovere la tubatura già posata e ricostruita nel modo prescritto.

Gli assi dei tubi consecutivi debbono essere rigorosamente disposti su una retta. Sono solo consentite deviazioni sino ad un massimo di un grado nei tubi a bicchiere con giunti a piombo e sino ad un massimo di tre gradi nei tubi con giunto a manicotto e ad anello di gomma e sino ad un massimo di sei gradi nei tubi con giunto sferico saldato allo scopo di consentire la formazione di curve a grande raggio.

I tubi debbono essere disposti in modo da appoggiare per tutta la loro lunghezza.

#### 11) Posa in opera di tubazioni in ghisa sferoidale

L'accoppiamento di tubi in ghisa sferoidale può avvenire con due tipi di giunzione, ambedue con guarnizione di gomma alloggiata in apposito cavo del bicchiere. La posa in opera del giunto di tipo "express" cioè con bulloni avviene secondo le regole normali di posa dei tubi di ghisa e cioè centrando il tubo rispetto al precedente posto in opera dopo aver introdotto in prossimità del cordone prima la ghiera (controflangia) e poi la guarnizione in gomma avendo cura che il tubo sia totalmente appoggiato sul terreno. Si procede alla introduzione del tubo sino a fare quasi toccare il cordone sul fondo del bicchiere e quindi si passa a stringere i bulloni.

La posa in opera del giunto rapido richiede invece degli speciali apparecchi in quanto il giunto ha guarnizioni a sezione conica che provvedono da sole alla tenuta senza l'aiuto di ghiera a vite o a bulloni.

Per effettuare la dovuta spinta ci si serve di un cavo da un lato facente capo al bicchiere del tubo già installato e dall'altro al bicchiere di quello da installare mediante opportune cravatte. La tensione del cavo si ottiene mediante un tendicavo a mano.

L'impresa dovrà impiegare l'apparecchiatura idonea allo scopo fornita o indicata

dalla Ditta fornitrice dei tubi e comunque soggetta all'approvazione della direzione lavori a suo giudizio insindacabile.

Con le modalità prescritte dalla direzione lavori e dalla Ditta fornitrice, l'impresa dovrà porre in opera ove occorra, il manicotto di rivestimento in polietilene del quale deve assicurare l'integrità fino al completo reinterro della condotta. In caso di forature e lacerazioni del manicotto, questo dovrà essere sostituito a cura e spese dell'impresa.

#### 12) Posa in opera dei pezzi speciali, apparecchi ed accessori

L'impiego dei pezzi speciali e degli apparecchi deve corrispondere a quello indicato in progetto o dalla direzione lavori.

Nella messa in opera dei pezzi speciali deve essere assicurata la perfetta coassialità di questi con l'asse della condotta. Similmente per gli apparecchi dovrà essere usata ogni cura per evitare, durante i lavori e la messa in opera, danni alle parti delicate.

I bulloni e i dadi delle giunzioni debbono rispondere ai requisiti di cui alle norme UNI ed essere protetti con speciale "grasso antiruggine" (previa perfetta pulitura od eliminazione di ossidazione); l'applicazione di tale grasso è da eseguire a cura e spese dell'impresa.

Ove il rivestimento dei pezzi speciali di scarico e sfiato, deviazione, ecc. in acciaio o in ghisa abbia subito abrasioni o asportazioni, deve aversi provveduto, a cura e spese dell'impresa, al ripristino del rivestimento originario.

In particolare, poi, dovranno osservarsi le norme seguenti:

- i pezzi a T ed a croce dovranno collocarsi in opera, a perfetto squadra rispetto all'asse della conduttura, con l'attacco orizzontale o verticale, a seconda di ciò che prescriverà la direzione lavori;
- saracinesche di arresto e di scarico. Le saracinesche di arresto saranno collocate nei punti che saranno indicati dalla direzione lavori all'atto della loro esecuzione. Le saracinesche di scarico saranno collocate nei punti più depressi delle condotte fra due rami di pendenza contrari; ovvero alla estremità di una condotta isolata quando questa è in continua discesa. Le saracinesche saranno sempre posate verticalmente entro pozzetti o camera in muratura.  
In generale le saracinesche di arresto avranno lo stesso diametro delle tubazioni nelle quali debbono essere inserite;
- sfiati automatici - Gli sfiati automatici da collocarsi o nei punti culminanti delle condotte, quando ad un ramo ascendente ne succede uno discendente, o al termine di tronchi in ascesa minima ovvero alla sommità di sifoni, anche di breve sviluppo, saranno messi in opera mediante pezzo T con attacco centrale.

Lo sfiato sarà sempre preceduto da una saracinesca e munito di apposito rubinetto di spurgo. Ove opportuno, questo rubinetto potrà essere portato all'esterno e fare capo ad apposito fontanino.

### **Art. 35      Giunzioni**

#### 1) Per tubazioni di ghisa e d'acciaio a flangia

Questo giunto è adoperato normalmente per il collegamento di pezzi speciali ed apparecchi. Il giunto consiste nella unione mediante bulloni a vite di due flange, poste all'estremità dei tubi, o pezzi speciali o apparecchi da collegare, fra le quali sia stata interposta una guarnizione ricavata da piombo in lastra di spessore non minore di mm 5.

Le guarnizioni avranno forma di un anello piatto il cui diametro interno sarà uguale a quello dei tubi da congiungere e quello esterno uguale a quello esterno della flangia. È assolutamente vietato l'impiego di due o più rondelle nello stesso giunto. Quando, per particolari condizioni di posa della condotta sia indispensabile l'impiego di

ringrossi fra le flange, questi debbono essere di ghisa o di ferro, e posti in opera con guarnizioni su entrambe le facce. È vietato in modo assoluto ingrassare le guarnizioni.

I dadi dei bulloni saranno stretti gradualmente e successivamente per copia di bulloni posti alle estremità di uno stesso diametro, evitando di produrre con normali sollecitazioni della flangia la rottura di questa.

Stretti i bulloni, la rondella sarà ribattuta energicamente tutto intorno con adatto calcatoio e con martello per ottenere una tenuta perfetta.

I bulloni e i dadi delle giunzioni debbono rispondere ai requisiti di cui alle norme UNI ed essere protetti con speciale "grasso antiruggine" (previa perfetta pulitura od eliminazione di ossidazione); l'applicazione di tale grasso è da eseguire a cura e spese dell'impresa.

2) Giunto con saldatura elettrica per tubi di acciaio

Le saldature verranno eseguite secondo le prescrizioni contenute nelle Norme UNI EN ISO, UNI 15610, UNI EN 1011, UNI EN ISO 544, UNI EN 1708 e successive modifiche ed integrazioni.

L'impresa dovrà presentare all'Amministrazione appaltante documenti che provino di avere eseguito opere saldate elettricamente o quanto meno di avere alle dipendenze operai specializzati a tali saldature.

A completamento delle «Norme» citate si precisa particolarmente quanto segue:

- a) *Mano d'opera* - Nei lavori di saldatura dovranno essere impiegate maestranze espertissime, in possesso di patente, rilasciata dal Registro Navale Italiano o di titolo ritenuto equipollente dall'Amministrazione. La direzione lavori sottoporà il personale presentato dall'Appaltatore ad un esperimento pratico e ad un esame, come indicato nello specifico articolo.
- b) *Esecuzione delle saldature* - Le saldature dovranno essere eseguite con la massima cura e a perfetta regola d'arte. Le superfici sulle quali devono applicarsi saranno tenute accuratamente libere da ruggine o da altri ossidi, pelle di laminazione, scaglie, vernice o altre impurità, in modo da presentare il metallo perfettamente nudo e pulito. I cordoni di saldatura saranno formati da una successione di strati sovrapposti (passate) compenetranti intimamente uno nell'altro. Il numero di passate che sarà in relazione all'elemento da saldare, non dovrà essere inferiore a due. Lo spessore di materiale di apporto depositato da una passata non dovrà superare i 4 mm. Ciascuna passata dovrà presentare una buona penetrazione marginale col metallo base e con la precedente passata dovrà essere priva di soluzioni di continuità, fenditure, soffiature. Prima di compiere la passata successiva dovrà provvedersi alla asportazione delle scorie mediante martelli leggeri o spazzole in modo che il metallo risulti nudo e netto.
- c) *Elettrodi* - Verranno impiegati esclusivamente elettrodi rivestiti il metallo di apporto presenti caratteristiche metalliche analoghe a quelle del metallo base. Il tipo di elettrodo o di elettrodi da impiegare dovrà essere approvato dalla direzione lavori, la quale si riserva di richiedere all'Appaltatore ulteriori prove anche diverse da quelle suggerite dalle «Norme» su accennate.
- d) *Rifacimento del rivestimento protettivo* - Dopo la saldatura delle giunzioni l'impresa dovrà ripristinare accuratamente la bitumatura esterna (sia di fondo che protettiva) dei tubi in corrispondenza delle giunzioni stesse, facendo attenzione che non si creino soluzioni di continuità fra il rivestimento già esistente sui tubi e quello del giunto.

A tal fine la ricostruzione del rivestimento sarà realizzata come segue:

- Rivestimento bituminoso: eseguire sul rivestimento bituminoso già esistente ai due lati del giunto, su una larga superficie ben rattivata, un invito a becco di flauto.
- La saldatura e tutta la superficie del metallo da rivestire deve essere accuratamente ripulita con spazzola metallica, al fine di asportare qualsiasi

- traccia di materiali estranei (prodotti dalla ossidazione del ferro, sostanze grasse ecc.) fino a rendere il metallo perfettamente nudo e pulito.
- Dopo un'imprimatura con vernice bituminosa, eseguire una fasciatura elicoidale di tessuto di vetro impregnata di bitume fuso a caldo, con sovrapposizione minima del 25%, in più strati, fino a raggiungere uno spessore totale del rivestimento bituminoso di almeno 8 mm. La nuova fasciatura deve essere estesa fino alla superficie bituminosa ben rattivata, senza sovrapporsi all'eventuale rivestimento fibrocementizio esistente.
    - Le caratteristiche dei materiali da impiegarsi nel ripristino del rivestimento bituminoso e le modalità di esecuzione di esso dovranno concordare con quanto prescritto per i tubi di Dalmine di acciaio per gli acquedotti della Cassa per il mezzogiorno.
    - Subito dopo effettuato il rivestimento del giunto con il tessuto di vetro e bitume e per i tubi con rivestimento Dalmine, prima di rieseguire la ricopertura, con la fasciatura di vetro e cemento, la direzione lavori avrà facoltà di controllare la buona riuscita di detto rivestimento con apposito rilevatore a scintilla; l'Appaltatore è tenuto ad interrompere a tal fine la lavorazione per il tempo necessario, senza che ciò possa costituire oggetto di compensi speciali.
  - Rivestimento fibro-cementizio: Si praticherà per i tubi di acciaio con rivestimento "Dalmine", una doppia fasciatura di tessuto di vetro bene impregnato di malta di cemento e sabbia in rapporto 1 a 1, estesa a ricoprire l'adiacente strato di cemento amianto (che sarà accuratamente ripulito) per 30 cm per parte circa, si finirà con una lisciatura a spolvero di cemento.
- e) *Varie* - L'Appaltatore dovrà precisare in una relazione eventualmente corredata da disegni, le dimensioni dei cordoni di saldature, il numero di passate con cui verranno costituiti detti cordoni, il tipo ed il calibro degli elettrodi da impiegare in ciascuna passata e la corrispondente intensità di corrente elettrica nonché la descrizione delle attrezzature ed impianti che l'impresa impiegherà per la saldatura elettrica.
- L'Amministrazione potrà eseguire tutte quelle indagini ed esperienze che riterrà necessarie per accertare la buona esecuzione di lavori di saldatura.
- Tutte le prove ed esperienze saranno eseguite a cura e spese dell'Appaltatore che in ogni modo resta il solo responsabile della perfetta riuscita dei lavori di saldatura.
- f) *Caratteristiche del bitume per l'esecuzione dei rivestimenti dei giunti* - il bitume da impiegarsi per il ripristino dello strato di fondo avrà queste caratteristiche:
- punto di rammollimento (palla - anello) compreso fra 75° e 85°;
  - penetrazione a 25° (DOW): da 20 a 35 decimi di millimetro;
  - punto di rottura a bassa temperatura (Fraas) non superiore a -8°.
  - Le caratteristiche del bitume per lo strato protettivo saranno le seguenti:
  - punto di rammollimento (palla - anello): compreso fra 90° e 100°;
  - penetrazione a 25° (DOW): non maggiore di 20 decimi di millimetro;
  - punto di rottura a bassa temperatura (Fraas): non superiore a -6°.
- 3) Giunto ad anello di gomma per tubi di ghisa
- a) Giunto a vite con ghiera
- Per eseguire questa giunzione si infilano alla estremità liscia del tubo prima la ghiera e poi l'anello di tenuta di gomma. Si introduce quindi il tubo nel bicchiere filettato internamente e -dopo la rettifica della posizione- si spinge verso l'interno l'anello di gomma. Si stringe, quindi adeguatamente la ghiera contro la gomma, impiegando, ove occorra, l'apposita chiave di serraggio.
- b) Giunto con guarnizione di gomma già allogata nel bicchiere ed estremità filettata del tubo da infilare

Dopo aver verificato che la gomma già alloggiata nel bicchiere non abbia subito alterazioni tali da pregiudicare la funzione di tenuta ad essa assegnata, si introduce nel bicchiere il tubo con la estremità filettata: dopo la rettifica della posizione si avvita adeguatamente il tubo, impiegando, ove occorra, l'apposito attrezzo di serraggio.

c) **Giunto a guarnizione di gomma**

La giunzione è ottenuta per compressione di una guarnizione di gomma, inserita nell'apposito alloggiamento all'interno del bicchiere stesso. Dopo aver pulito accuratamente l'interno del bicchiere e la guarnizione di gomma, e cosparsa di pasta lubrificante la parte interna del bicchiere destinato a sede della guarnizione nel suo alloggiamento; si cosparge poi di pasta lubrificante la superficie interna della guarnizione e la estremità del tubo da infilare; infine, si introduce questo tubo nel bicchiere, impiegando, ove occorra, appositi attrezzi per imprimere al tubo lo spostamento longitudinale necessario all'imbocco.

d) **Giunzioni di tipo "Express"**

Sono analoghe a quelle del tipo a vite. Il bicchiere termina con una flangia e la tenuta viene ottenuta con una guarnizione di gomma che viene stretta contro la sede nel bicchiere mediante una controflangia. L'operatore dovrà pulire accuratamente il bicchiere ed il cordone, passare all'interno del bicchiere e all'esterno del cordone (per la parte che viene ad infiltrarsi nel bicchiere) una pasta lubrificante, poi infilare dal lato del cordone del tubo da installare prima la controflangia e poi la guarnizione, infine il tubo da installare viene spinto entro il bicchiere e tenendolo contratto si spinge la controflangia verso il bicchiere del tubo già installato; si infilano bulloni e dadi e si ottiene lo schiacciamento della guarnizione contro la sua sede del bicchiere e contro la parete esterna del cordone. In ogni caso il cordone non dovrà toccare il fondo del bicchiere ma tenersene scostato per consentire eventuali deviazioni.

e) **Giunzioni di tipo rapido**

È analoga a quella a vite e a quella "express" soltanto che la tenuta è ottenuta automaticamente attraverso la forma della guarnizione che è bloccata in una sede apposita nel bicchiere. La guarnizione quindi non viene infilata nel tubo da installare come nei casi di giunzione a vite o "express" ma nel bicchiere del tubo già posato avendo cura di cospargere il bicchiere, la guarnizione e il cordone del tubo da installare di una pasta lubrificante. La guarnizione ha una forma tronco-conica che si oppone alla entrata del tubo da installare; donde l'uso degli apparecchi descritti.

4) **Giunto a flangia mobile**

Questo giunto a flangia mobile, indicato nei disegni di opere d'arte tipo, è adoperato normalmente per il collegamento dei pezzi speciali ed apparecchi flangianti alle tubazioni nelle camere di manovra, nelle opere d'arte principali e nei pozzetti lungo le condotte.

Un giunto consiste nell'unione, mediante bulloni a vite e interposta guarnizione di piombo, di due flange (tutto come al precedente comma 2) di cui una fissa posta all'estremità dei pezzi speciali o apparecchi da collegare e l'altro mobile, costituita da una flangia-collarino, che abbraccia la parte estrema della testata liscia della tubazione da collegare; la lunghezza del collarino consente il necessario gioco tra la flangia fissa e la parte liscia della tubazione da collegare.

Un altro tipo di giunto è analogo a quanto descritto, salvo che le flange sono ambedue mobili.

a) Condotta in grès

Il materiale a piè d'opera dovrà risultare integro e privo di scheggiature ed incrinature. Prima di mettere in opera un tubo od un pezzo speciale di grès ceramico si dovrà batterlo leggermente con un martello. Se il suono è rauco il pezzo è da scartarsi e non è da usare; se il pezzo è in perfetto stato esso deve dare un suono metallico, quasi argentino.

Prima della posa in opera occorre inoltre ripulire accuratamente l'estremità del tubo e l'interno del manicotto. Se la natura del terreno lo richiede, come nel caso dei terreni incoerenti, il piano di posa dovrà essere rinforzato con una platea di calcestruzzo, onde evitare cedimenti. La tubazione deve essere collocata con la generatrice superiore ad una profondità minima di 75 cm sotto il piano di pavimentazione se soggetta a carreggiata pesante.

Eseguita la posa di un tratto di tubazione è necessario verificarne la pendenza e l'allineamento prima di procedere alle giunzioni comprendendo ogni 5 metri il pezzo speciale a braga semplice per gli allacci degli scarichi con diametro da 15 a 20 cm.

b) Giunti per tubazioni in grès

Per la giunzione dei pezzi il tubo deve essere innanzi tutto infilato nel manicotto in modo che i due pezzi da congiungere siano perfettamente concentrici.

Intorno al tubo si mette un giro di stoppa catramata, pressandola in fondo al manicotto per impedire la penetrazione del materiale di congiunzione.

Lo spazio rimasto libero fra la parte interna del manicotto ed il tubo deve essere accuratamente riempito con pasta di cemento a lenta presa o con sostanze bituminose escludendo assolutamente la calce ed il gesso che per la loro composizione possono gonfiarsi e aumentando di volume possono inclinare il tubo.

Il cemento deve essere compresso e lisciato con inclinazione verso l'esterno per favorire lo stillicidio.

La pasta di cemento deve essere ottenuta con acqua curando che non vi rimangano dei grumi.

Qualora durante la posa in opera dei tubi in grès occorre raccorciarne qualcuno ciò deve essere eseguito o togliendo a schegge minute la parte superflua con un piccolo scalpello d'acciaio percorso da un martello a colpi secchi e decisi, oppure con un mordiglione.

### **Art. 36 Murature d'ancoraggio e di contenimento**

In corrispondenza della parte convessa delle curve, sia altimetriche che planimetriche, saranno di norma costruiti ancoraggi di calcestruzzo, eventualmente con staffa di ferro per contrastare la spinta che si verifica in corrispondenza della deviazione e per ripartire uniformemente la spinta sul terreno di posa.

Parimenti murature di contenimento dovranno di norma essere costruite quando la tubazione è posata su terreno a forte pendenza, a distanza inversamente proporzionale alla pendenza stessa e differente secondo che i tubi siano collegati mediante giunto a bicchiere e materiale di ristagno con giunti elastici.

Dette murature e le eventuali staffe avranno le dimensioni e le caratteristiche minime indicate in progetto, che dovranno essere verificate e, se necessario per la stabilità delle condotte, eventualmente maggiorate a cura dell'appaltatore, con l'approvazione del Direttore dei Lavori.

## **Art. 37 Prove delle condotte**

L'impresa è strettamente obbligata ad eseguire le prove dei tronchi di condotta posata al più presto possibile e pertanto dovrà far seguire immediatamente all'esecuzione delle giunzioni l'inserimento delle apparecchiature previste e la costruzione delle murature di contenimento e di ancoraggio. Successivamente non appena scaduti i termini di stagionatura delle murature avanti dette, dovrà attuare tutte le operazioni per l'esecuzione delle prove.

Tutti i danni per quanto gravi e onerosi, che possono derivare alle tubazioni, alla fossa, ai lavori in genere ed alle proprietà dei terreni, a causa dei ritardi nelle operazioni suddette, saranno a totale carico dell'impresa.

Le prove saranno effettuate per tratti di lunghezza media di mt 500; restando però in facoltà della direzione lavori, a suo insindacabile giudizio, aumentare o diminuire tali lunghezze.

Ciascun tratto da provare sarà idraulicamente collegato con l'antecedente e con il seguente.

L'Amministrazione potrà prescrivere altri dispositivi speciali, come l'esecuzione di blocchi di calcestruzzo con tubi di comunicazione tra l'uno e l'altro muniti di saracinesche per il passaggio dell'acqua: blocchi da rimuoversi in tutto od in parte dopo le prove per eseguirle nel tratto di tubazione adiacente alla interruzione.

L'impresa dovrà provvedere a sue cure e spese a tutto quanto è necessario per la perfetta esecuzione delle prove e per il loro controllo da parte dell'Amministrazione. Dovrà quindi fornire l'acqua occorrente, i piatti di chiusura, le pompe, rubinetti, raccordi, guarnizioni e manometri registratori (manografi) muniti di certificato di taratura rilasciato da un laboratorio ufficiale.

Saranno inoltre effettuati, a cura e spese dell'impresa, la provvista di materiali e tutti i lavori occorrenti per sbadacchiature e ancoraggi provvisori delle estremità libere della condotta e dei relativi piatti di chiusura durante le prove, curando l'esecuzione di tali operazioni nel modo più perfetto così da non dar luogo a danneggiamenti della tubazione ed altri manufatti.

Prima dell'inizio delle prove, peraltro, l'impresa dovrà comunicare alle Direzioni Lavori dove intende approvvigionarsi d'acqua: l'acqua dovrà avere comunque caratteristiche di potabilità fornendo alla direzione lavori apposita preventiva documentazione; la direzione lavori, a suo insindacabile giudizio, può evitare l'immissione delle condotte da provare di acqua non idonea.

È comunque escluso l'uso di acque di fossi o depositi superficiali. Solo in casi particolari, il Direttore dei Lavori può ammettere, su richiesta scritta e giustificata dell'impresa, acque che non abbiano caratteristiche di potabilità, a suo insindacabile giudizio. Tutti i relativi oneri derivanti dall'osservanza di quanto sopra sono compresi e compensati con i prezzi di elenco per ritiro, trasporto e posa delle tubazioni.

Le prove da eseguirsi in ogni tratto saranno due: una a giunti scoperti e condotta seminterrata, l'altra a rinterro totalmente eseguito. Durante il periodo nel quale la condotta sarà sottoposta alla prima prova, il personale della direzione lavori, in contraddittorio con quello dell'Appaltatore, eseguirà la visita accuratissima di tutti i giunti. A tale scopo, all'inizio della prova, devono essere bene aperte e sgombrare tutte le nicchie ed i singoli giunti debbono risultare puliti e asciutti perfettamente.

Qualora la prima prova non abbia dato risultati conformi alle prescrizioni relative ai singoli tipi di tubi, la prova dovrà essere ripetuta, previ i necessari interventi, per tutta la durata alle medesime condizioni.

Tutte le predette operazioni, compreso il vuotamento ed il nuovo riempimento

della condotta e tutto quanto altro possa occorrere per la ripetizione della prova, sono a totale carico dell'Appaltatore.

La buona riuscita della prova sarà dimostrata dai concordi risultati dell'esame dei giunti del grafico del manometro registratore. In particolare, non potrà essere convalidata una prova in base alle sole indicazioni, ancorché buone, nel manometro registratore, senza che sia stata effettuata la completa ispezione di tutti i giunti.

Eseguita la prima prova con esito favorevole si procederà al rinterro della condotta adoperando le materie scavate in precedenza calandole con la massima cura fino a costruire il necessario ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo.

Qualora le materie scavate fossero costituite da pietrame o detriti di roccia, si sceglierà con vaglio la parte più fina (dimensione massima cm 3) per costruire con essa un primo strato almeno di cm 30 di copertura sulla generatrice superiore del tubo.

Qualora la seconda prova non abbia dato risultati conformi alle prescrizioni relative ai singoli tipi di tubo, il cavo dovrà essere riaperto, i giunti revisionati e rifatti, il reinterro rinnovato. Dopo ciò la prova potrà essere rinnovata con le stesse modalità di cui sopra.

Tutte le predette operazioni, compreso il vuotamento ed il nuovo riempimento della condotta e tutto quanto altro possa occorrere per la ripetizione della prova, sono a totale carico dell'Appaltatore.

Le prove saranno sempre eseguite in contraddittorio tra la direzione lavori e l'Impresa e per ogni prova eseguita, sia l'esito favorevole o negativo, verrà redatto apposito verbale sottoscritto dalle parti.

La sostituzione dei tubi (come fornitura del materiale e come mano d'opera) che risultassero rotti o che si rompessero durante le prove è a totale carico dell'impresa.

Dopo l'esito favorevole delle due prove, le condotte, i serbatoi ecc. devono restare pieni d'acqua, e a ciò deve provvedere l'impresa a sue cure e spese, fino al collaudo provvisorio o, in mancanza di questo, fino al collaudo definitivo.

La pressione base per la prova delle condotte in opera sarà quella massima idrostatica relativa alla tratta in prova, ovvero la maggiore pressione dinamica che possa verificarsi in dipendenza dei servizi cui la condotta è destinata, calcolata con i metodi appositi dell'idraulica.

Potranno essere inserite in contabilità solamente le tubazioni per le quali sia risultato positivo l'esito di entrambe le prove. In caso contrario le tubazioni potranno essere contabilizzate solamente come materiali a pie' d'opera.

#### A) Tubazioni metalliche

Per le tubazioni in ghisa sferoidale le modalità di prova sono indicate nell'apposito disciplinare di fornitura allegato al capitolato speciale d'appalto.

Per le tubazioni di acciaio i singoli tratti saranno in tutte e due le prove saranno sottoposti ad una pressione pari ad una volta e mezzo quella base di prova e, in ogni caso, non inferiore a 15 atmosfere.

Sia per la tubazione di ghisa che per quelle di acciaio la prima prova avrà la durata di otto ore, la seconda di quattro.

Le prove saranno effettuate riempiendo d'acqua la tratta da provare e raggiungendo la pressione stabilita mediante pressa idraulica da applicarsi all'estremo più depresso della tratta stessa. La pressione di prova dovrà essere raggiunta gradualmente, in ragione di non più di un'atmosfera al minuto primo.

## **Art. 38 Rinterri**

Le trincee aperte per le condutture saranno riempite dopo situati a posto i tubi e dopo che sia stata eseguita, con buon esito, la prima prova di pressione.

Per il riempimento si adopereranno i materiali provenienti dagli scavi, riconosciuti idonei dalla direzione lavori, che si trovano depositati lungo la trincea o in luoghi di deposito, qualunque sia lo stato di costipamento delle materie stesse. Il rinterro di un dato tronco di conduttura, già provato, dovrà essere iniziato quando la condotta trovasi ancora in pressione, adoperando per il primo strato, fino ad una altezza di ricoprimento di 30 cm sulla generatrice superiore del tubo, materiali minuti sciolti e di preferenza aridi, con esclusione di ciottoli, pietre e scapoli di roccia di dimensioni maggiori di cm 5, senza erba, frasche, etc.

Il riempimento successivo, da eseguirsi appena ultimato e pestonato il primo strato anzidetto, sarà eseguito anche esso, per strati successivi di altezza non maggiore di cm 25, regolarmente spianati e bagnati e accuratamente pestonato con mazzaranga fino a superare il piano di campagna con un colmo di altezza sufficiente a compensare gli assestamenti che potranno aversi successivamente.

Qualora le materie di scavo fossero costituite da pietrame o da scapoli di roccia di dimensioni maggiori di cm 10, questi saranno messi in opera a mano nella parte di rinterro superiore a quello di prima copertura, in guisa da evitare, con il loro getto alla rinfusa, i danneggiamenti dei tubi.

Gli spazi vuoti saranno riempiti con terre minute anche se dovranno essere trasportati da siti più lontani.

L'Appaltatore resta sempre unico responsabile dei danni e delle avarie comunque prodotti alla condotta in dipendenza del modo con cui si esegue il rinterro. In nessun caso il rinterro totale dovrà risultare inferiore alla profondità di scavo e se per raggiungere tale scopo non bastasse dovrà provvedere a tutte sue cure e spese agli eventuali trasporti longitudinali ovvero a prelevare e trasportarlo da cave di prestito. Dette cave dovranno essere aperte a tutte cure e spese dell'Assuntore a distanza non minore di metri 50 dall'asse della condotta e dovranno essere mantenute in modo che non si abbiano a verificare in esse ristagni di acqua.

Allorché per raggiungere la necessaria altezza di ricoprimento delle condotte e che sarà ordinata dalla direzione lavori, occorresse spingere il rilevato al di sopra del piano naturale della campagna, questo sarà sagomato a sezione trapezoidale con scarpe profilate di adatta inclinazione, secondo le prescrizioni che saranno impartite all'atto pratico dalla direzione lavori.

Il materiale di rinterro dovrà essere comunque sistemato in modo da superare il piano di campagna con un colmo di altezza sufficiente a compensare gli assestamenti che potranno aversi successivamente.

Se, anche dopo aver raggiunto la minima altezza di ricoprimento sulla generatrice superiore del tubo, restasse ancora il materiale, questo, ad eccezione di quanto possa essere necessario per eventuali successivi ricarichi, dovrà essere rimosso a tutte cure e spese dell'Appaltatore.

### **CAPO III**

#### **MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI (VALIDO ESCLUSIVAMENTE PER LE VARIANTI)**

##### **Art. 39 Disposizioni generali relative ai prezzi dei lavori a misura e delle somministrazioni per opere in economia**

Si premette che i lavori saranno liquidati in base alle categorie di lavoro a corpo ed a misura fissate nel Capitolato Speciale di Appalto - Norme Generali, così come modificate ed aggiornate a seguito dell'esperimento della gara ad offerta prezzi unitari.

Resta stabilito, innanzitutto che, sia per i lavori compensati a corpo che per quelli compensati a misura, l'Appaltatore ha l'onere contrattuale di predisporre in dettaglio tutti i disegni di consistenza delle opere realizzate e delle lavorazioni eseguite con l'indicazione, mediante quote, prospetti e quant'altro necessario, delle quantità parziali e totali di ogni singola categoria di lavoro attinente l'opera o la lavorazione interessata.

Detti disegni contabili, da predisporre su supporto magnetico e/o cartaceo, saranno obbligatoriamente consegnati tempestivamente alla Direzione Lavori per il necessario controllo e verifica sulla base delle misurazioni effettuate in contraddittorio con l'Appaltatore, durante l'esecuzione dei lavori.

Tale documentazione risulterà indispensabile per la predisposizione degli stati di avanzamento lavori e per l'emissione delle relative rate di acconto, secondo quanto stabilito in merito per i pagamenti.

Tutto ciò premesso e stabilito si precisa quanto segue:

- i lavori da compensare a misura saranno liquidati secondo le misure geometriche o a numero o a peso in relazione a quanto previsto nel relativo elenco dei prezzi unitari;
- i lavori da compensare a corpo saranno controllati in corso d'opera attraverso le misure geometriche o a numero o a peso in relazione a quanto previsto nel relativo elenco dei prezzi unitari e liquidati in percentuale per confronto con le quantità rilevabili dagli elaborati di progetto così come modificati ed aggiornati a seguito dell'esperimento della gara ad offerta prezzi unitari; per la predisposizione dei S.A.L. il corrispettivo da accreditare è dato dalla parte percentuale del totale prezzo a corpo risultante da tale preventivo controllo, effettuato a misura.

I lavori a corpo ed a misura saranno pertanto rispettivamente controllati e liquidati in base alle misure fissate dal progetto, anche se dalle misure di controllo rilevate dagli incaricati dovessero risultare spessori, lunghezze e cubature effettivamente superiori.

Limitatamente ai lavori a misura e soltanto nel caso in cui la Direzione Lavori abbia ordinato per iscritto maggiori dimensioni, se ne terrà conto in sede di contabilizzazione.

Senza una specifica deroga da parte della Direzione Lavori, non saranno per contro tollerate dimensioni minori di quelle previste, le quali potranno essere motivo di completo rifacimento a carico dell'Impresa.

Le norme di misurazione contenute nel presente capitolo sono pertanto relative al solo controllo delle categorie di lavoro da compensarsi a corpo, mentre comprendono anche la liquidazione delle categorie di lavoro da compensarsi a misura; tali norme assumono carattere generale in relazione all'esecuzione delle varie categorie di lavoro

e pertanto in caso di difformità tra esse e quanto specificatamente indicato nelle singole voci di elenco prezzi unitari, queste ultime sono da intendersi preminenti rispetto alle prime.

I prezzi unitari in base ai quali -sotto deduzione del pattuito ribasso sull'intero loro importo- saranno pagate le somministrazioni di materiali, i noli e i Lavori appaltati a misura -oltre quanto particolarmente indicato nelle singole voci dell'elenco prezzi- comprendono quanto appresso.

- a) Per la somministrazione di materiali, ogni spesa -nessuna eccettuata- sopportata dall'impresa per la fornitura, i trasporti, cali, perdite, sprechi, etc., per dare i materiali stessi pronti all'impiego a piè d'opera in qualsiasi punto del lavoro, nella quantità richiesta dall'Amministrazione.
- b) Per i noli, ogni spesa per dare a piè d'opera i macchinari, accessori e mezzi d'opera pronti al loro uso secondo le modalità tutte come sopra.
- c) Per i Lavori a misura, tutte le spese per i mezzi d'opera e mano d'opera assicurazioni di ogni specie; tutte le forniture occorrenti e la loro lavorazione e messa in opera; trasporti e scarichi in ascesa; indennità di cave, di passaggi, di depositi, di cantiere, di occupazioni temporanee, imposte di consumo, etc.

Nei prezzi stessi si intende cioè compreso ogni compenso per gli oneri tutti (anche se non esplicitamente sopra detti o richiamati nei vari articoli e nell'elenco dei prezzi) che l'Appaltatore dovrà sostenere per dare il lavoro compiuto a perfetta regola d'arte.

Per le somministrazioni di mano d'opera i prezzi indicati in elenco sono comprensivi di ogni spesa per fornire gli operai di attrezzi e utensili del mestiere, nonché delle quote per oneri di ogni genere posti per legge a carico del datore di lavoro, per spese generali, beneficio dell'impresa, etc. Detti prezzi sono soggetti al ribasso d'arte limitatamente ad una quota pari al 20% (venti per cento) del loro importo.

## **Art. 40 Valutazione degli scavi e demolizione all'aperto**

### **1) Oneri generali**

Oltre che degli obblighi particolari emergenti dal presente articolo e dalle prescrizioni del Capitolato con i prezzi di elenco per gli scavi l'Appaltatore deve ritenere compensato di tutti gli oneri che esso dovrà incontrare:

- per taglio di piante, estirpazione di ceppaie, radici, etc.;
- per il taglio e lo scavo con qualsiasi mezzo delle materie, sia asciutte che bagnate o in presenza d'acqua, per qualsiasi altezza sul fondo cavo;
- per paleggi, innalzamenti, carico, trasporto e scarico in rilevato o rinterro od a rifiuto; sistemazione delle materie di rifiuto; deposito temporaneo in zona al di fuori della striscia destinata a costruire la sede definitiva della condotta, che sarà occupata a cure e spese dell'Amministrazione;
- per la regolarizzazione delle scarpate o pareti, per lo spianamento del fondo, per la formazione di gradoni, per il rinterro all'ingiro delle murature, secondo le sagome definitive di progetto o stabilite dalla direzione lavori;
- per puntellare, sbadacchiature ed armature di qualsiasi genere e di normale importanza secondo tutte le prescrizioni contenute nel presente Capitolato, comprese le composizioni, scomposizioni, estrazioni ed allontanamento, nonché sfridi, deterioramenti, perdite parziali o totali del legame dei ferri;
- per impalcature, ponti passerelle e costruzioni provvisorie, occorrenti sia per l'esecuzione dei trasporti delle materie per scavo, sia per la formazione di rilevati, per passaggi, attraversamenti, etc.;

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

Agli effetti dei trasporti delle terre di scavo non si terrà conto del maggior volume che rispetto alle misure geometriche degli scavi possono acquistare i materiali dopo scavati.

Agli effetti della liquidazione degli acconti i prezzi per i movimenti di terra, si considerano riferiti per l'80% ai movimenti e per il 20% ai Lavori di rifinitura, ossia alla profilatura delle scarpate e dei cigli, alla sistemazione delle terre a rifiuto e in generale a tutti i Lavori per il perfezionamento degli scavi e dei rialzi e per la completa sistemazione delle terre collocate al di fuori della sede delle opere.

Per conseguenza, gli acconti per i movimenti di terra, alla cui liquidazione si provvede prima ancora dei prescritti Lavori di rifinitura, non potranno superare l'80% dell'acconto liquidabile a lavoro completamente eseguito.

Il residuo 20% sarà accreditato all'impresa nei successivi stati d'avanzamento a mano a mano che questa avrà provveduto alla completa esecuzione del lavoro.

Qualora l'impresa trascurasse l'esecuzione dei Lavori di rifinitura incorrerà a titolo di penale nella perdita del predetto 20%, senza pregiudizio del maggiore risarcimento dovuto per il danno effettivamente cagionato.

## 2) Misurazione degli scavi

- a) Il volume degli scavi di sbancamento sarà valutato in base alle precise dimensioni prescritte senza tener conto di fuori sagoma per qualsiasi ragione determinatisi; sarà valutato a tratti in ciascuno dei quali l'andamento del terreno sia sensibilmente uniforme, moltiplicando la lunghezza del tratto, misurata in orizzontale, per la media aritmetica delle sezioni estreme del tratto stesso, (metodo delle sezioni ragguagliate) rilevate in contraddittorio con l'Appaltatore.

L'apertura della pista lungo il tracciato verrà compensata solo quando la pendenza trasversale del terreno è maggiore del 30%. La valutazione avverrà ai prezzi previsti per gli scavi di sbancamento.

Le trincee aperte lungo l'asse delle condotte per dar luogo successivamente allo scavo di fondazione saranno compiute e pagate come scavo di sbancamento.

- b) Gli scavi di fondazione -sia per fondazione che per la posa delle tubazioni- saranno computati in modo analogo agli scavi di sbancamento, con l'avvertenza che l'area delle sezioni risulterà -picchetto per picchetto- dal prodotto della base di fondazione per la sua profondità sotto il piano degli scavi di sbancamento e del terreno naturale (quando detto scavo di sbancamento non viene effettuato) misurata sulla verticale della testa dei singoli picchetti.

Ove la sezione degli scavi sia maggiore di quella stabilita, non sarà tenuto conto degli scavi eseguiti in eccesso.

Sarà considerata sempre come terreno scavato la parte ricadente al di sopra della condotta per consentire passaggi pedonali o altro.

Ai volumi così calcolati si applicheranno i vari prezzi fissati nell'elenco per tali scavi, vale a dire che essi saranno valutati sempre come eseguiti a pareti verticali, ritenendosi già compreso e compensato col prezzo unitario di elenco ogni maggiore scavo. In detto prezzo unitario d'elenco è compreso altresì l'onere (sia per il maggior volume di scavo che pertanto non verrà computato, sia per le particolari difficoltà d'esecuzione quando i tubi siano già calati entro la fossa) dello scavo delle nicchie necessarie per la esecuzione delle giunzioni della condotta nei punti che risultassero determinati all'atto pratico a seguito dello sfilamento dei tubi nella fossa.

Dal computo dei volumi va detratto il volume delle demolizioni quando queste sono compensate a parte con apposito prezzo.

I prezzi di elenco per gli scavi di fondazione sono applicabili unicamente e rispettivamente al volume di scavo ricadente in ciascuna zona compresa fra la quota del piano superiore e la quota del piano inferiore che delimitano le varie zone successive a partire dalla quota di sbancamento e proseguendo verso il

basso.

Pertanto la valutazione definitiva dello scavo eseguito entro i limiti di ciascuna zona risulta dal volume ricadente nella zona stessa e dalla applicazione a questo volume del prezzo di Elenco fissato per lo scavo nella zona in esame.

Per la larghezza degli scavi per la posa delle tubazioni saranno adottati, per i vari diametri, le seguenti misure salvo ordini scritti della direzione lavori:

- per tubazioni fino a DN di 300 mm            L. = 0.70 m
- per tubazioni DN da 315 a 400 mm           L. = 0.80 m
- per tubazioni DN da 450 a 500 mm           L. = 0.90 m
- per tubazioni DN da 550 a 600 mm           L. = 1.00 m
- per tubazioni DN da 700 a 800 mm           L. = 1.30 m
- per tubazioni DN da 900 a 1000 mm        L. = 1.80 m
- per tubazioni DN da 1100 a 1200 mm      L. = 2.00 m

Nei casi di due o più condotte affiancate, la larghezza totale di scavo sarà uguale alla somma dei diametri esterni dei tubi più 20 cm di intervallo da parete scavo a tubo e da un tubo all'altro.

### 3) Classifica delle materie di scavo

A seconda delle materie da rimuoversi gli scavi saranno così classificati: scavi in roccia da mina e scavi in terreni di qualsiasi natura e consistenza esclusa la detta roccia da mina.

Ai fini contabili non verrà effettuata alcuna classificazione dei terreni in quanto il prezzo d'applicazione annesso all'elenco prezzi è unico per qualsiasi qualifica e varia solo per la tipologia di scavo (sbancamento, larga sezione, sezione obbligata ristretta). Conseguentemente in nessun caso e per nessuna ragione saranno ammessi particolari e speciali valutazioni e compensi all'infuori della pura e semplice applicazione dei prezzi suddetti ai volumi di scavo effettuati.

### 4) Demolizioni di muratura

I prezzi fissati in tariffa per la demolizione delle murature e strutture in genere si applicheranno al volume o alla superficie delle murature e strutture ordinate da demolire.

Tali prezzi comprendono i compensi per tutti gli oneri e obblighi specificati nel presente Capitolato (scelta dei materiali, loro accatastamento o trasporto a rifiuto, etc.).

### 5) Rilevati e rinterri

Tutti gli oneri, obblighi e spese per la formazione dei rilevati e rinterri come precisato nel presente Capitolato si intendono compresi nei prezzi stabiliti in elenco per dette opere e quindi all'Appaltatore non spetterà alcun compenso oltre l'applicazione di detti prezzi.

Il volume dei rinterri delle condotte -compreso il rilevato e "colmo" al di sopra del piano di campagna costituito per compensare i successivi assestamenti- sarà contabilizzato pari al corrispondente volume di scavo riportato in contabilità per la posa delle tubazioni diminuito del volume corrispondente all'eventuale letto di posa delle tubazioni per l'altezza pari a 15 cm e del volume corrispondente all'eventuale cassonetto di pietrisco senza tener conto di maggiori larghezze dello scavo, rispetto a quelle ordinate dovute a franamenti, errori eventuali e a qualsiasi altra causa.

Il volume del rinterro e dei rilevati da eseguirsi secondo la prescrizione della direzione lavori, al di sopra delle strutture di copertura dei serbatoi e dei partitori sarà contabilizzato con il metodo delle sezioni ragguagliate.

L'Appaltatore è tenuto ad effettuare, secondo le prescrizioni della direzione lavori, a sua totale cura e spese, il trasporto a rifiuto e la idonea sistemazione delle materie

eccedenti anche dopo la esecuzione del colmo per le tubazioni e dei rinterri per i manufatti.

Il volume dei rilevati stradali sarà contabilizzato con metodo delle sezioni ragguagliate detraendo dal volume così risultante il vano corrispondente al cassonetto per l'impianto della massicciata.

Nei prezzi di elenco relativi ai rinterri ed ai rilevati sono anche compresi e compensati tutti gli oneri contemplati per tale genere di lavoro, nonché la ripresa ed il trasporto da qualunque distanza dei materiale provenienti dagli scavi, dai siti ove sono depositati ai punti ove occorrono.

#### 6) Riempimento con pietrame a secco

Il riempimento con pietrame a secco a ridosso delle murature per drenaggi, vespai, etc., sarà valutato al mc per il suo volume misurato in opera tenuto conto degli ordini della direzione lavori.

Nel prezzo è compreso ogni onere per la fornitura di tutto il materiale necessario -qualunque ne sia la provenienza- e relativa posa in opera come prescritto.

### **Art. 41 Valutazione murature, calcestruzzi e iniezioni**

Tutte le murature e calcestruzzi in genere, salvo le eccezioni in appresso specificate, saranno misurate geometricamente, a volume od a superficie, secondo la categoria, in base a misure sul vivo dei muri, esclusi cioè gli intonaci.

Nei prezzi unitari delle murature e calcestruzzi di qualsiasi genere si intende compreso ogni onere per la formazione di spalle, sguinci, canne, spigoli, strombature, feritoie per scolo di acqua, incassature per imposte di archi, volte e piattabande.

Qualunque sia la curvatura data alla pianta e alle sezioni trasversali dei muri, anche se si debbano costruire sotto raggio, le relative murature e calcestruzzi non potranno essere comprese nella categoria delle volte e saranno quindi valutate con i prezzi delle murature rette senza alcun compenso in più.

Nei singoli prezzi di tutti i generi di muratura oltre agli oneri speciali per ciascun genere indicati è compreso e compensato lo sfrido e la lavorazione dei pezzi per ridurli ai voluti profili, il sollevamento dei materiali alle varie altezze, gli anditi, i ponti di servizio, le armature, le centine, e casseri, le casseforme, gli sbadacchi e quanto altro occorre per la completa e perfetta riuscita delle murature eseguite a qualunque altezza o profondità ed in qualunque località dei Lavori appaltati; ivi compreso ogni maggiore onere per eseguire le opere nei terreni asciutti o bagnati e, conseguentemente, per ogni occorrente aggettamento ed esaurimento d'acqua in qualsiasi entità; nonché per eseguire le opere in presenza di attraversamenti di cavi e fogne di qualsiasi genere. Nei relativi prezzi di elenco è anche compreso ogni onere per i necessari rinzaffi.

#### Opere in cemento armato

Nella valutazione delle murature in cemento armato il ferro impiegato ed il conglomerato, saranno valutati separatamente secondo i rispettivi prezzi di tariffa.

Nel computo del volume del conglomerato non sarà fatta alcuna detrazione del volume delle armature in esso immerse.

Nel prezzo riportato in elenco del detto conglomerato è anche compreso e compensato ogni onere per tutte le operazioni di versamento, costipamento e conguaglio.

Nel prezzo del ferro, che sarà valutato a peso moltiplicandone la lunghezza sviluppata dei singoli ferri, quali risulta dai disegni esecutivi, per il peso unitario al ml. è compreso e compensato l'onere del taglio, secondo le dimensioni stabilite, della piegatura, della situazione in opera e delle legature delle giunzioni e degli incroci in filo

di ferro da mm 1, nonché della bagnatura delle armature con boiacca di cemento; detto peso unitario si desumerà dal manuale dell'Ingegnere del «Colombo», ultima edizione.

Nell'accennato prezzo del ferro sono altresì compensate le sovraggiunture e lo sfrido, in qualsiasi misura esso si verifichi in dipendenza delle dimensioni delle armature.

## **Art. 42 Valutazione degli intonaci**

I prezzi degli intonaci saranno applicati alla superficie intonacata -compresa la fattura degli spigoli, dei risalti, etc.- e varranno sia per superfici piane che curve. L'esecuzione di gusci di raccordo, se richiesti con raggio non superiore di cm 15, pure compresa nel prezzo, avuto riguardo che gli intonaci verranno misurati anche in questo caso come se esistessero gli spigoli vivi.

Nella fattura degli intonaci sono compresi l'onere della ripresa, dopo la chiusura, di tracce di qualunque genere, la muratura di eventuali ganci al soffitto e le riprese contro pavimenti, zoccolature e serramenti.

I prezzi dell'elenco valgono anche per intonaci su murature di mattoni forati di più di una testa, con l'onere dell'intasamento dei fori del laterizio.

Gli intonaci sui muri di spessore maggiore di cm 15 saranno computati a vuoto per pieno a compenso della riquadratura dei vani, degli aggetti e delle lesene alle pareti che non saranno perciò sviluppate. Saranno tuttavia detratti i vani di superficie maggiore a mq 4 valutando a parte la riquadratura di detti vani.

Intonaci interni su tramezzi in foglio o ad una testa saranno computati per la loro superficie effettiva e dovranno essere pertanto detratti tutti i vuoti di qualunque dimensione essi siano.

Nelle volte di intonaci saranno pagati a metro quadrato di superficie assumendo per misura di questa quella corrispondente allo sviluppo di intradosso.

Nei pozzetti d'ispezione l'intonaco sarà valutato per la superficie delle pareti, senza detrarre la superficie del vano occupato dal tubo, in compenso delle profilature e dell'intonaco nelle grossezze di muri.

### Rivestimenti

I rivestimenti verranno misurati per la superficie effettiva, qualunque sia la sagoma e la posizione delle pareti da rivestire. Nel prezzo a metro quadrato sono compresi tutti i pezzi speciali di raccordo, gusci angoli, etc., che non saranno pertanto computati nella misurazione, nonché la preventiva preparazione in malta cementizia delle pareti da rivestire.

I rivestimenti verranno misurati per la superficie effettiva, qualunque sia la sagoma e la posizione delle pareti da rivestire. Nel prezzo a metro quadrato sono compresi tutti i pezzi speciali di raccordo, gusci, angoli, etc., che non saranno pertanto computati nella misurazione, nonché la preventiva preparazione in malta cementizia delle pareti da rivestire.

### Paramenti di faccia vista

I compensi per i paramenti di faccia vista con i relativi magisteri si applicano nella superficie effettiva in aggiunta al paramento dell'intero volume delle murature con il prezzo di elenco che loro compete.

Nel prezzo per la faccia vista si intende compreso e compensato anche l'eventuale maggiore costo del necessario pietrame scelto e di migliore qualità qualunque sia la provenienza, anche se tali qualità e provenienza fossero diverse da quelle del materiale impiegato per le murature interne.

#### **Art. 43      Valutazione delle coloriture e verniciature**

Le coloriture interne ed esterne per pareti e soffitti saranno misurate con le stesse norme già indicate per gli intonaci.

Nei prezzi delle verniciature in genere si intende compensato ogni mezzo d'opera, trasporto, sfilatura e rinfilatura d'infissi, etc.

Per la verniciatura degli infissi e simili si osserveranno le norme seguenti:

- a) per le porte, bussole e simili, si computerà due volte la luce netta dell'infisso, più la mostra e lo sguincio se vi sono, detraendo l'eventuale superficie del vetro. La misurazione della mostra e dello sguincio sarà eseguita in proiezione sul piano verticale, senza tener conto di sagome, risalti o rivolti. È compresa quindi nel prezzo anche la verniciatura del telaio per muri grossi e del cassettoncino -tipo romano- e delle imbotte -tipo lombardo- per tramezzi;
- b) per le finestre senza persiane, ma con controportelli, si computerà tre volte la luce netta dell'infisso rimanendo con ciò compensata la coloritura della soglia e del telaio (o cassettone);
- c) per le persiane comuni si computerà tre volte la luce netta dell'infisso compensandosi con ciò anche la coloritura del telaio;
- d) per le persiane avvolgibili si computerà due volte e mezzo la luce netta dell'infisso, compensandosi con ciò anche la coloritura del telaio e dell'apparecchio a sporgere, misurando però a parte il cassettoncino coprirullo;
- e) per le opere in ferro semplice e senza ornati (quali finestre e porte a vetrata, lucernai, serrande avvolgibili a maglie e simili, ringhiere, inferriate, cancelli, etc.) saranno computati in tre quarti della loro superficie complessiva, misurata sempre in proiezione, ritenendosi così compensata la coloritura di sostegni, grappe e altri accessori, dei quali non si terrà conto alcuno nella misurazione;
- f) per le pareti metalliche e per le lamiere stirate sarà computata una volta e mezzo la loro superficie misurata come sopra;
- g) per le lamiere ondulate e per le serrande ad elementi di lamiera, sarà computata tre volte la luce netta del vano, misurato in altezza tra la soglia e la battitura della lamiera o della serranda, intendendo con ciò compensata anche la coloritura delle parti non in vista.

Con l'applicazione delle modalità di valutazione sopra specificate, le verniciature si intendono eseguite su ambo le facce e negli spessori degli infissi o simili: con i rispettivi prezzi di elenco si intende altresì compensata la verniciatura di nottole, braccioletti e simili accessori, anche se separati.

#### **Art. 44      Valutazione dei serramenti**

La fornitura e la posa in opera dei serramenti, sia in legno che metallici, sarà liquidata in base alla loro superficie, misurata come in appresso.

- a) Gli infissi come porte, finestre, vetrate coprirulli e simili si misureranno da una sola faccia sul perimetro del telaio esterno della parte mobile, fatta esclusione degli zampini da incassare nei pavimenti e soglie.
- b) Le parti centinate saranno valutate secondo la superficie del minimo rettangolo circoscritto, ad infisso chiuso, compreso, come sopra, il telaio maestro, se esiste.
- c) Le persiane avvolgibili si computeranno come sopra, aumentando però la luce netta dell'apertura di cm 5 in larghezza (eccettuato il caso in cui vi sia

l'apparecchio a sporgere) e di cm 15 di altezza. Le mostre e contro mostre saranno misurate linearmente lungo la linea di massima sviluppo. Controsportelli e rivestimenti saranno anche essi misurati su una sola faccia, nell'intera superficie in vista.

- d) Per i serramenti avvolgibili (comprese le serrande metalliche) il prezzo al metro quadrato degli stipiti compensa anche la posa del cassone di custodia e delle guide, delle cinghie, dei raccoglicinghia, anche in cassette, delle molle compensatrici oppure degli arganelli di manovra, qualunque sia il tipo scelto della direzione lavori.
- e) Per le finestre con scuretti, questi non si misurano affatto ma sono compresi nel prezzo delle finestre.

Gli spessori indicati nelle varie voci della tariffa sono quelli che debbono risultare a lavoro compiuto.

Tutti gli infissi si intendono provvisti sempre completi di serramenti di sostegno e di chiusura, di condotte a muro, pomoli, maniglie ed altri accessori per il funzionamento ed ultimati con una mano di olio di lino cotto quando non siano altrimenti lucidati e verniciati. Essi dovranno inoltre corrispondere in ogni particolare ai campioni approvati dalla direzione lavori.

I prezzi elencati per la fornitura e posa in opera comprendono la fornitura a piè d'opera, l'onere dello scarico e distribuzione ai singoli vani di destinazione, la posa in opera e la manutenzione per garantire il perfetto e regolare funzionamento fino al collaudo finale.

#### **Art. 45 Valutazione dei lavori in metallo**

Tutti i lavori in metallo saranno valutati a peso ed i relativi prezzi verranno applicati al peso effettivo dei materiali stessi a lavorazione completamente ultimata e determinata 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 in opera è compreso ogni e qualunque compenso per forniture principali ed accessorie, per lavorazioni, montaggi e posa in opera.

Sono pure compresi e compensati:

- l'esecuzione sia dei necessari fori ed incassi nelle murature e pietre da taglio, sia delle impiombature e suggellature con relativa fornitura della malta di cemento e del piombo per le impiombature;
- la zincatura a freddo, il tiro ed il trasporto in alto (ovvero: la discesa in basso) e tutto altro quanto necessario per dare i Lavori compiuti in opera a qualsiasi altezza.

In particolare, i prezzi delle travi in ferro a doppia T e con qualsiasi altro profilo (per solai, piattabande, sostegno, collegamenti, etc.) si applicano quali che siano la lunghezza, grandezza e sezione delle travi stesse, anche se di tipi di fabbricazione speciale, oltre il tiro ed il trasporto in alto (ovvero: la discesa in basso), tutte le forature, tagli, lavorazioni, etc. per collegare le teste di tutte le travi dei solai con tondini, tiranti, cordoni in cemento armato, ovvero per applicazioni di chiavi, coprichiavi, chiavarde, staffe, avvolgibili, bulloni, chiodature, etc., per assicurare le travi ai muri di appoggio, ovvero per collegare due o più travi tra di loro, etc., per qualsiasi altro lavoro prescritto e che potrà prescrivere la direzione lavori per la perfetta riuscita del lavoro e per fare esercitare alle travi la funzione loro assegnata in progetto.

Le ringhiere e cancellate, con profilati di ferro scatolari o pieni e con disegni semplici e lineari, saranno valutate a peso.

Le ringhiere e cancellate di ferro con ornati o con disegni particolarmente complessi saranno valutate a corpo.

Il ferro in armatura di opere in cemento armato sarà valutato moltiplicando la lunghezza sviluppata dai singoli ferri (quale risulterà dal disegno esecutivo dell'opera) per il peso riportato nella seguente tabella:

| diametro<br>tondino | peso<br>tondino<br>a ml | diametro<br>tondino | peso<br>tondino<br>a ml |
|---------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|
| mm 5                | kg 0,451                | mm 22               | kg 2,894                |
| mm 6                | kg 0,222                | mm 24               | kg 3,551                |
| mm 8                | kg 0,395                | mm 26               | kg 4,168                |
| mm 10               | kg 0,617                | mm 28               | kg 4,834                |
| mm 12               | kg 0,888                | mm 30               | kg 5,548                |
| mm 14               | kg 1,208                | mm 32               | kg 6,313                |
| mm 16               | kg 1,578                | mm 34               | kg 7,127                |
| mm 18               | kg 1,808                | mm 36               | kg 7,990                |
| mm 20               | kg 2,466                | mm 38               | kg 8,903                |

In detto prezzo oltre alla fornitura sono compresi l'onere del taglio secondo le dimensioni stabilite, la piegatura, la sagomatura e la legatura delle giunzioni e degli incroci in filo di ferro da mm 1, la bagnatura delle armature con boiaccia di cemento. Con detto prezzo sono altresì compensati lo sfrido, in qualsiasi misura esso si verifichi in dipendenza delle dimensioni delle armature, la fornitura e la posa in opera di distanziatori in plastica nel numero e delle dimensioni necessarie per assicurare l'inamovibilità dell'armatura durante i getti e la realizzazione dei prescritti copriferri.

Il ferro verrà pagato dopo la sua messa in opera.

#### **Art. 46 Tubazioni, pezzi speciali ed apparecchiature**

##### **a) Norme generali**

- Per tubazione si intende qualunque elemento rettilineo costituente la condotta (o riconducibile a rettilineo nel caso di tubazioni in materiale plastico), di area costante ed avente esclusivamente una luce di ingresso ed una luce di uscita di area nominale pari a quella della sezione nominale dell'elemento, prodotto secondo specifiche norme UNI, ISO, UNI-ISO, UNISIDER, IIP, ANDIS, AWWA, BSS, ASTM, DIN, API.
- Per apparecchiature si intendono tutti quegli elementi della condotta la cui funzione prioritaria non sia quella di convogliare il flusso liquido, bensì quello di modulare, interrompere, misurare portate e/o pressioni, rendere unidirezionale le portate e provvedere all'eliminazione dell'aria contenuta nell'acqua nonché allo svuotamento dei tronchi di condotta.
- Per pezzo speciale o raccordo si intende qualunque elemento costituente la condotta, la cui realizzazione comporta l'adozione di un procedimento costruttivo differente in tutto od in parte da quello proprio della produzione delle tubazioni o delle apparecchiature, la cui funzione è quella di congiungere due o più tronchi di tubazioni rettilinei anche con disconnessione dal punto di vista della continuità elettrica.

Le seguenti norme sono da applicare sia al caso dei lavori di fornitura, trasporto e

posa in opera di tubazioni, pezzi speciali ed apparecchiature sia a quello dei lavori concernenti il solo loro trasporto e posa in opera.

In questo ultimo caso la fornitura si intende a carico dell'Ente finanziatore o dell'Ente appaltante.

La contabilizzazione dei lavori succitati (in entrambi i casi) verrà effettuata per la lunghezza - misurata lungo l'asse - della successione continua degli elementi costituenti la condotta, come risulta la posa in opera dei tubi, dei giunti, delle curve e di qualsivoglia pezzo speciale: non si terrà conto, pertanto, delle sovrapposizioni e delle compenetrazioni.

Dallo sviluppo dell'asse della condotta dovrà detrarsi la lunghezza delle apparecchiature (saracinesche, venturimetri, contatori, etc.) e di tutte quelle parti e pezzi speciali, la cui fornitura e/o posa in opera è compensata con prezzi a parte.

Ove non sia diversamente stabilito nelle relative dizioni dei prezzi ed ove insorgano incertezze nella applicazione di uno o più di essi, ai fini della contabilizzazione dei lavori vale quanto segue:

- in corrispondenza delle apparecchiature idrauliche, la misura viene effettuata fino alla sezione corrispondente alla faccia esterna della flangia ovvero fino alla sezione corrispondente al piano del primo anello del giunto Gibault nella posizione definitiva;
- saranno valutati a chilogrammo i lavori di fornitura (o ritiro), trasporto e posa in opera dei tubi e dei pezzi speciali da montare nell'interno dei serbatoi, di partitori, di piezometri, di centrali di sollevamento, di impianti di potabilizzazione o di depurazione, di manufatti di diramazione e di disconnessione; parimenti saranno valutati a chilogrammo i lavori di fornitura (o ritiro), trasporto e posa in opera dei pezzi speciali non ricadenti lungo l'asse della condotta, da montare all'interno dei pozzetti di scarico e sfiato e quelli ricadenti lungo l'asse della condotta in corrispondenza di attraversamenti stradali e ferroviari, ponti, briglie, cunicoli e gallerie se rettilinei e di sviluppo inferiore ai 5 m.

Dallo sviluppo delle condotte dovrà, quindi, detrarsi la lunghezza delle saracinesche e V.R. e dei giunti dielettrici, organi di contrazione (tubi Venturi e diaframmi calibrati) e contatori inseriti, nonché la lunghezza dei pezzi speciali in corrispondenza di attraversamenti stradali e ferroviari, ponti, briglie, cunicoli e gallerie ricadenti lungo l'asse della condotta;

- l'iscrizione in contabilità della posa in opera delle tubazioni avrà luogo solamente dopo ultimate con esito favorevole tutte le prescritte prove idrauliche, anche se queste per qualsiasi motivo - compreso quello dell'impossibilità di un agevole rifornimento dell'acqua necessaria, onere comunque a carico dell'impresa - dovessero essere effettuate a notevole distanza di tempo dalla posa;
- nel caso che il ritardo delle prove derivasse da regolare ordine scritto della direzione lavori, varrebbe quanto previsto al successivo art. 34.

b) Contabilizzazione dei lavori di fornitura, trasporto e posa in opera di tubazioni, pezzi speciali ed apparecchiature

I prezzi di elenco relativi alla fornitura e posa in opera di tubazioni e pezzi speciali comprendono e compensano:

- tutte le forniture dei tubi completi degli elementi di giunzione (elettrodi, manicotti, anelli di gomma, guarnizioni, bulloni, etc.) e dei pezzi speciali, ad eccezione delle esclusioni espressamente indicate nella dizione del prezzo;
- il carico sui mezzi di trasporto, e lo scarico a piè d'opera, gli eventuali depositi provvisori, le relative spese di guardiania e di ripresa delle tubazioni; le cautele necessarie per la buona conservazione dei tubi e degli eventuali rivestimenti;

- le riparazioni e il rifacimento, secondo le norme stabilite, dei rivestimenti dei tubi che presentassero lesioni od abrasioni;
- lo sfilamento lungo il cavo, il calo nella fossa, l'esecuzione delle giunzioni, quale che sia il loro numero, compresa la fornitura del materiale di ristagno (anelli di gomma, etc.), di apporto (elettrodi, etc.), dei bulloni, delle guarnizioni delle flange, del materiale per le sigillature, dell'energia elettrica, sia derivata da linee di distribuzione che prodotta in sito, dell'acetilene, dell'ossigeno, etc.;
- ogni onere per la posa anche in presenza di acqua sotto qualsiasi battente, previo relativo aggettamento;
- il ripristino della continuità del rivestimento protettivo in corrispondenza delle giunzioni e delle zone limitrofe e la realizzazione di eventuali cavallotti per protezione catodica nelle condotte in acciaio;
- le prove idrauliche, anche ripetute, a cavi mantenuti liberi da acqua, sia a giunti scoperti che a condotta completamente interrata, compresa la fornitura di acqua, prelevata e trasportata da qualsiasi distanza, con qualsiasi mezzo ed in qualsiasi stagione, e di tutti i "tappi" provvisori;
- lavaggio e disinfezione delle condotte secondo le norme prescritte nel presente Disciplinare;
- prova idraulica della condotta finita, a cavi rinterrati, da eseguirsi su ordine della Direzione lavori, compresa la fornitura di acqua prelevata e trasportata da qualsiasi distanza a completa cura e spese dell'impresa;
- la fornitura e posa in opera di tutti i pezzi speciali e dei giunti Gibault che si rendessero necessari a causa dell'ordine di posa delle condotte e delle apparecchiature e per l'esecuzione di prove idrauliche ove per interventi di riparazione o di modifica conseguenti ad errori di montaggio, a rotture in prova nel periodo di garanzia;
- la realizzazione di ancoraggi sia provvisori, per prove di condotta, che definitivi, per la condotta ed apparecchiature, compresi scavi, calcestruzzi, opere in ferro.
- Si precisa che per condotte fino al diametro del DN 150 mm incluso e per pressioni di esercizio fino a 16 bar (atm) incluse, la realizzazione degli ancoraggi è comunque ed esplicitamente compresa nel prezzo di fornitura in opera della condotta (tubazioni e pezzi speciali); per diametri nominali superiori al DN 150 mm o per pressioni di esercizio superiori alle 16 atm gli ancoraggi saranno pagati a parte secondo le relative voci dei prezzi unitari (scavi, calcestruzzi, opere in ferro);
- per l'incavallottamento, eseguito con costipamento di terra a regola d'arte, per una lunghezza pari a 1/3 dell'elemento, portato al piano di campagna ed il riempimento finale del cavo;
- per il fatto che posa e montaggio devono essere effettuati da operai specializzati.

La fornitura e posa in opera dei pezzi speciali per le camere di manovra, sarà pagata a chilogrammo di peso determinato mediante pesatura.

I prezzi relativi alla fornitura e posa in opera di apparecchiature idrauliche in genere comprendono tutti gli oneri specificati per la fornitura in opera delle tubazioni e dei pezzi speciali inclusi quindi quelli per gli ancoraggi provvisori e definitivi, e sono inoltre comprensive degli oneri per la manovra motorizzata delle apparecchiature stesse, inclusi quindi motori elettrici reversibili con idonei riduttori, linee di trasporto energia elettrica e quadri di comando protezione e manovra dei motori elettrici, nonché, qualora le manovre venissero fatte tramite fluidi compressi, la fornitura in opera dei motori reversibili a fluido, le relative linee di trasporto in rame PN 16 con  $\phi$  interno non inferiore a 15 mm, le apparecchiature elettromeccaniche per la pressurizzazione dei fluidi, i quadri elettrici di comando, protezione e manovra per le

apparecchiature elettromeccaniche, i serbatoi per il fluido occorrente per 4 manovre senza funzionamento dei compressori e la fornitura dei sensori dei vari parametri (pressione, portata) su cui viene fatta la regolazione del regime idraulico dell'acquedotto.

c) Contabilizzazione dei lavori di ritiro trasporto e posa in opera di tubazioni pezzi speciali ed apparecchiature (fornite dalla Pubblica Amministrazione)

Nel caso di forniture effettuate dall'Ente Finanziatore o dall'Ente Appaltante le tubazioni e i pezzi speciali necessari per la costruzione delle condotte saranno consegnati all'impresa conformemente a quanto precisato all'**art. 20**.

Restano a cura e spese dell'impresa lo scarico della nave o dei vagoni o degli autocarri o il prelevamento dagli stabilimenti o dai magazzini, il carico sui mezzi di trasporto e lo scarico a piè d'opera: compresi gli altri oneri per eventuali depositi provvisori e relative spese di guardiania, per le provvidenze cautelative necessarie per la buona conservazione dei tubi, nonché il rifacimento -secondo le norme stabilite in appositi articoli di Capitolato- dei rivestimenti originari dei tubi e pezzi speciali di acciaio che comportassero lesioni o abrasioni, intendendosi tali compresi e compensati nel prezzo all'uopo stabilito per la posa in opera.

Resta contrattualmente convenuto:

- 1) che, ove richiesto, l'impresa dovrà provvedere allo svincolo dei carri ferroviari, anticipando il relativo importo, che verrà poi rimborsato a parte;
- 2) che le penali per le soste dipendenti da ritardi nell'eseguire lo scarico dei carri ferroviari saranno a carico dell'impresa, che pertanto dovrà tener l'Ente Finanziatore o l'Ente Appaltante interamente sollevato da ogni onere derivante da tale motivo.

Nel prezzo del trasporto e posa in opera delle tubazioni si intende compreso e compensato ogni onere già descritto nel precedente **art. 33 b** con la sola esclusione delle forniture di materiali tubolari, pezzi speciali ed apparecchiature, e quindi, oltre che per il trasporto dallo stabilimento di produzione o da deposito del venditore dei materiali o dal posto di consegna del materiale, indicato dall'Amministrazione appaltante che può essere in qualsiasi località del territorio dello Stato, carico, scarico, magazzinaggio, revisione e posa dei pezzi speciali, anche per la regolarizzazione del fondo cavo (inclusa ove occorre, la fornitura del materiale incoerente), ripristino -nei modi prescritti- del rivestimento protettivo, per il lavaggio e disinfezione della condotta, per le prove, anche ripetute, sia condotta seminterrata che a condotta completamente coperta e la eventuale prova idraulica della condotta finita, se richiesto dalla direzione lavori; con acqua potabile, salvo eventuale diversa autorizzazione della direzione lavori ai sensi di quanto prescritto nel testo del Capitolato.

Il prezzo del trasporto e posa in opera delle tubazioni comprende e compensa anche la fattura delle giunzioni - qualunque sia il loro numero e tipo e cioè, oltre la mano d'opera specializzata e comunque anche la fornitura dei materiali di ristagno e di apporto (elettrodi, etc.), dei bulloni, delle guarnizioni, del materiale per le sigillature, dell'energia elettrica, sia derivata da linee di distribuzione che prodotta in sito, del carburo, acetilene, ossigeno, etc. nonché il ripristino del rivestimento protettivo in corrispondenza della giunzione e zone limitrofe (secondo le disposizioni del Capitolato Speciale); è anche compresa la fornitura dei giunti Gibault completi di gomma, bride e bulloni.

Detto prezzo comprende, altresì, ogni onere - come già detto all'**art. 33 b** - derivante dall'impresa per il fatto che posa e montaggio delle condotte debbono essere effettuate da operai specializzati.

Sempre a chilogrammo saranno valutati il ritiro e il trasporto e la posa in opera di apparecchi di sfiato, valvole, regolatrici, saracinesche, giunti dielettrici, organi di contrazione e contatori (esclusi gli eventuali apparecchi indicatori o registratori di qualunque tipo) sia nell'interno di serbatoi, di partitori, di piezometri, di centrali di

sollevamento, di impianti di potabilizzazione, di manufatti di diramazione e di disconnessione, sia nell'interno di pozzetti di scarico e sfiato e intermedi lungo l'asse della condotta ivi compresi attraversamenti stradali e ferroviari, ponti, briglie, cunicoli e gallerie.

#### **Art. 47 Misura degli acconti per tubazioni, pezzi speciali, apparecchiature**

La valutazione delle forniture al fine dei pagamenti in acconto sarà fatta al prezzo di elenco prezzi a piè d'opera per il 50% degli elementi depositati provvisoriamente in cantiere o sfilati lungo i cavi.

L'accreditamento definitivo a prezzo di elenco potrà essere effettuato per i tubi solo dopo l'esito favorevole di ambedue le prove prescritte.

Nel caso che il ritardo delle prove derivasse da regolare ordine scritto dalla direzione lavori, potrà essere iscritto in contabilità un importo pari al 75% del prezzo della fornitura e posa in opera o trasporto e posa in opera, restando però sempre a carico dell'impresa tutti gli oneri (quali riapertura dei cavi, sgombero, prosciugamento, etc.) conseguenti al ritardo.

#### **Art. 48 Valutazione delle prestazioni di 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 lavori.

Nelle prestazioni di mano d'opera saranno seguite le disposizioni delle leggi e dei contratti collettivi di lavoro stipulati e convalidati a norma delle leggi sulla disciplina giuridica dei rapporti collettivi.

Per le prestazioni di mano d'opera in economia verranno applicati i costi previsti in elenco e soggetti a ribasso d'asta.

##### ***OPERAI SPECIALIZZATI***

Per operai specializzati si intendono quegli operai che sono capaci di eseguire Lavori particolari che necessitano di speciale competenza pratica, conseguente da tirocinio o da preparazione tecnico-pratica.

Per operai qualificati si intendono quegli operai che sono capaci di eseguire Lavori che necessitano per la loro esecuzione di capacità specifica normale.

##### ***OPERAI COMUNI (MANOVALI SPECIALIZZATI)***

Per operai comuni si intendono quelli che sono capaci di compiere Lavori nei quali, pur prevalendo lo sforzo fisico, quest'ultimo è associato al compimento di determinate semplici attribuzioni inerenti al lavoro stesso, oppure adibiti a Lavori o servizi per i quali occorra qualche attitudine o conoscenza, conseguibili in pochi giorni.

In questa categoria sono compresi anche gli aiutanti della categoria operai qualificati e quelli (purché non siano operai qualificati) della categoria operai specializzati.

##### ***MANOVALI COMUNI***

Per manovali comuni si intendono tutti coloro che, non appartenendo alla categoria precedente, compiono Lavori prevalentemente di fatica che non comportano speciale conoscenza e pratica di lavoro.

#### **Art. 49      Valutazione dei noleggi di macchine, attrezzi, etc.**

Le macchine ed attrezzi dati a noleggio debbono essere in perfetto stato di servibilità e provvisti di tutti gli accessori necessari per il loro regolare funzionamento.

Sono a carico esclusivo dell'Appaltatore la manutenzione degli attrezzi e delle macchine perché siano sempre in buono stato di servizio.

Nel prezzo di noleggio di meccanismi sono compresi tutti gli oneri e tutte le spese per il loro trasporto a piè d'opera, montaggio, smontaggio ed allontanamento dal cantiere.

Per l'applicazione dei prezzi di noleggio di meccanismi in genere, ove il prezzo sia l'unico, esso si intende corrisposto per tutto il tempo durante il quale i meccanismi rimangono a piè d'opera a disposizione dell'Amministrazione.

Ove il prezzo sia duplice (per macchine ferme o per macchine in opera) il prezzo del noleggio di macchine funzionanti si applica soltanto per quelle ore in cui esse sono in regolare attività di lavoro. In tal caso il prezzo comprende la mano d'opera, il combustibile o l'energia elettrica, i lubrificanti, i materiali di consumo e tutto quanto occorre per il funzionamento delle macchine. In ogni altra condizione, e cioè per tutto il tempo impiegato per la messa in funzione del meccanismo e per gli eventuali perditempi si applica il prezzo del noleggio per meccanismi in riposo.

Per il noleggio dei carri e degli autocarri verrà corrisposto soltanto il prezzo per il lavoro effettivamente eseguito rimanendo ogni compenso per qualsiasi altra causa o perditempo.

Il prezzo del noleggio delle pompe a motore comprende oltre il nolo del motore, (a vapore, a scoppio o elettrico) e della relativa fonte di energia necessaria per il funzionamento (linea per il trasporto dell'energia elettrica e -ove occorra- il trasformatore), etc.

Per la determinazione dei costi dei noli a caldo verranno applicati i costi orari previsti in elenco e soggetti a ribasso d'asta.

#### **Art. 50      Valutazione dei trasporti**

Nei prezzi dei trasporti si intendono comprese la fornitura dei materiali di consumo e la mano d'opera del conducente, ove occorre, qualificato.

I mezzi di trasporto per i Lavori in economia debbono essere forniti in pieno stato di efficienza e corrispondente alle prescritte caratteristiche.

La valutazione delle materie da trasportare è fatta, a seconda dei casi, a volume ed a peso con riferimento alla distanza del percorso utile escluso cioè il ritorno a vuoto, il cui onere è compreso nel prezzo. Le distanze per la contabilizzazione dei trasporti saranno desunte dalle carte topografiche dell'Istituto Geografico Militare in scala 1:25.000. In caso di divergenza tutte le misure di controllo saranno a carico dell'impresa

#### **Art. 51      Valutazione dei materiali resi a piè d'opera**

I materiali dovranno essere resi a piè d'opera regolarmente accatastati o riposti in appositi recipienti o sistemati nel modo richiesto dalla loro natura per la conservazione e la misura.

Le spese di misurazione sono a carico dell'Appaltatore.

Tutte le provviste dei materiali saranno misurate con metodi geometrici o a peso, registrando i dati in appositi verbali, salvo le eccezioni indicate qui appresso, ovvero nei vari articoli del presente Capitolato.

##### *a) Calce in pasta*

La calce in pasta sarà misurata nelle fosse di spegnimento od cassa

parallelepipedo dopo adeguata stagionatura.

*b) Ghiaia, pietrisco e sabbia*

A carico dell'impresa debbono essere presentati pronti per la misura i cumuli regolari nel luogo stabilito dalla direzione lavori.

## **CAPO IV**

### **LAVORI INTERESSANTI STRADE E CONDOTTE**

#### **Art. 52 Bonifica degli ordigni bellici**

Con la dicitura "Bonifica da Ordigni Bellici" si intendono tutte le attività finalizzate alla ricerca, disinnescamento e/o rimozione di ordigni bellici di qualsiasi natura dalle aree interessate dai lavori di costruzione oggetto del presente Capitolato.

Per ordigni bellici, indipendentemente dalla terminologia utilizzata nel seguito ed in ogni altro documento contrattuale o progettuale, si intendono: mine, bombe, proiettili, ordigni esplosivi, masse ferrose e residuati bellici di qualsiasi natura.

I lavori di bonifica dovranno essere eseguiti nel rispetto delle leggi dello Stato e dei regolamenti militari vigenti, e di quanto prescritto dal presente Capitolato. In caso di conflitto, le prescrizioni e le disposizioni che l'Amministrazione Militare, competente per territorio, riterrà opportuno impartire circa l'esecuzione dei lavori di bonifica, potranno prevalere, con l'accordo della DL, su quelle del presente Capitolato.

Per quanto sopra resta stabilito che con quanto previsto dagli oneri di capitolato restano compresi o compensati tutti quei maggiori oneri che l'impresa appaltatrice venga a sopportare per l'eseguimento dei necessari Lavori di sminamento e bonifica da ordigni esplosivi dei terreni interessati alle opere di appalto e che potranno comprendere il preventivo sboscamento, la bonifica superficiale nonché quella in profondità.

Nell'esecuzione di tali Lavori di bonifica l'impresa sarà tenuta alla osservanza di tutte le norme, modalità e prescrizioni in materia di bonifica da mine ed altri ordigni esplosivi, rastrellando proiettili, maneggio, trasporto, conservazione, etc. di esplosivi in genere e alle disposizioni in materia per assunzione e assicurazione personale e tutte quelle altre eventuali disposizioni che possono essere impartite dal competente Ufficio del Genio Militare in corso Lavori nonché di quelle impartite dalle Autorità di P.S. e dei VV.FF.

La condotta di detti Lavori di bonifica sarà eseguita a completo rischio e pericolo dell'impresa, che ne assumerà ogni responsabilità dichiarando indenni la direzione lavori e l'Amministrazione Appaltante nonché la Direzione del Genio Militare.

Con quanto previsto dagli oneri di capitolato si intende compresa anche ogni soggezione generale e particolare, gli oneri connessi col dare allo sviluppo dei Lavori il ritmo vincolato a quello delle operazioni di bonifica, le conseguenti limitazioni dei mezzi meccanici, etc.

A tal fine, la Stazione Appaltante avrà anche la facoltà di richiedere, al termine dell'opera di bonifica, il collaudo dei Lavori stessi secondo le norme vigenti, restando inteso che ogni onere e spesa relativa resta a completo carico dell'impresa Appaltatrice, in quanto i relativi oneri sono compresi e compensati con gli oneri di capitolato e quindi non potrà avanzare alcuna richiesta di compensi o indennità di sorta né potrà richiedere a tale titolo alcuna proroga al termine di ultimazione dei Lavori oltre il periodo specificato nel presente Capitolato.

Si richiamano, a titolo non esaustivo, le principali normative relative all'argomento in oggetto:

- D.L.L. 12/04/46, n. 320 e leggi successive
- R.D. 18/06/31 n° 773 T.U. leggi Pubblica Sicurezza Artt.46 e 52 e leggi successive
- Regolamento esecutivo al T.U. di cui sopra
- Circolare 300/46 del 24/11/52 del Min. Interni
- Capitolato Ministero Difesa Esercito ed. 1984 o successive.

## INDICE

|               |  |          |
|---------------|--|----------|
| <b>CAPO I</b> | <b>MODALITA' DI ESECUZIONE, QUALITA' E PROVENIENZA DEI MATERIALI, PROVE, NORME DI MISURAZIONE</b>        | <b>2</b> |
| Art. 1        | Norme generali sui materiali, i componenti, i sistemi e l'esecuzione                                     | 2        |
| Art. 2        | Scavi  | 2        |
| Art. 3        | Demolizioni  | 6        |
| Art. 4        | Proprietà degli oggetti ritrovati  | 8        |
| Art. 5        | Attraversamenti servizi pubblici   | 8        |
| Art. 6        | Terrapieni e rilevati  | 9        |
| Art. 7        | Cave di pietrisco  | 10       |
| Art. 8        | Qualità, requisiti e provenienza dei materiali da costruzione  | 10       |
| Art. 9        | Caratteristiche del Calcestruzzo allo stato fresco ed indurito   | 29       |
| Art. 10       | Prova dei materiali da costruzione   | 32       |
| Art. 11       | Muratura a secco e riempimento di pietrame a secco e vespai  | 33       |
| Art. 12       | Composizione delle malte   | 33       |
| Art. 13       | Murature di pietrame con malta   | 36       |
| Art. 14       | Muratura di mattoni  | 36       |
| Art. 15       | Verifica sperimentale dei parametri meccanici della muratura   | 37       |
| Art. 16       | Opere e strutture in calcestruzzo: esecuzione e consolidamento   | 40       |
| Art. 17       | Strutture prefabbricate di calcestruzzo armato e precompresso  | 56       |
| Art. 18       | Solai: esecuzione e consolidamento statico   | 58       |
| Art. 19       | Strutture in acciaio   | 63       |
| Art. 20       | Acciaio per strutture metalliche   | 63       |
| Art. 21       | Acciai per cemento armato  | 76       |
| Art. 22       | Acciaio per cemento armato precompresso  | 88       |
| Art. 23       | Prescrizioni speciali riguardanti la costruzione dei serbatoi in getto di calcestruzzo e prove di tenuta | 92       |
| Art. 24       | Intonaci   | 93       |
| Art. 25       | Sigillanti, adesivi e geotessili   | 94       |
| Art. 26       | Serramenti   | 98       |
| Art. 27       | Opere di vetratura e serramentistica   | 106      |
| Art. 28       | Lavori in ferro ed altri metalli   | 108      |
| Art. 29       | Tinteggiature e verniciature   | 109      |
| Art. 30       | Gabbioni a scatola e materassi   | 110      |
| Art. 31       | Paratie e casseri in legname per fondazioni  | 112      |

|                 |   |            |
|-----------------|---|------------|
| Art. 32         | Prescrizioni speciali riguardanti la costruzione dei serbatoi in getto di calcestruzzo e prove di tenuta    | 114        |
| <b>CAPO II</b>  | <b>COSTRUZIONE DELLE CONDOTTE</b>   | <b>120</b> |
| Art. 33         | Approvvigionamento ed impiego dei materiali   | 120        |
| Art. 34         | Posa delle tubazioni e pezzi speciali   | 125        |
| Art. 35         | Giunzioni   | 130        |
| Art. 36         | Murature d'ancoraggio e di contenimento   | 134        |
| Art. 37         | Prove delle condotte  | 135        |
| Art. 38         | Rinterri  | 137        |
| <b>CAPO III</b> |   | <b>138</b> |
|                 | <b>MISURAZIONE E VALUTAZIONE DEI LAVORI (valido esclusivamente per le varianti)</b>                         | <b>138</b> |
| Art. 39         | Disposizioni generali relative ai prezzi dei lavori a misura e delle somministrazioni per opere in economia | 138        |
| Art. 40         | Valutazione degli scavi e demolizione all'aperto  | 139        |
| Art. 41         | Valutazione murature, calcestruzzi e iniezioni  | 142        |
| Art. 42         | Valutazione degli intonaci  | 143        |
| Art. 43         | Valutazione delle coloriture e verniciature   | 144        |
| Art. 44         | Valutazione dei serramenti  | 144        |
| Art. 45         | Valutazione dei lavori in metallo   | 145        |
| Art. 46         | Tubazioni, pezzi speciali ed apparecchiature  | 146        |
| Art. 47         | Misura degli acconti per tubazioni, pezzi speciali, apparecchiature   | 150        |
| Art. 48         | Valutazione delle prestazioni di mano d'opera   | 150        |
| Art. 49         | Valutazione dei noleggi di macchine, attrezzi, etc.   | 151        |
| Art. 50         | Valutazione dei trasporti   | 151        |
| Art. 51         | Valutazione dei materiali resi a pie' d'opera   | 151        |
| <b>CAPO IV</b>  |   | <b>153</b> |
|                 | <b>LAVORI INTERESSANTI STRADE E CONDOTTE</b>  | <b>153</b> |
| Art. 52         | Bonifica degli ordigni bellici  | 153        |