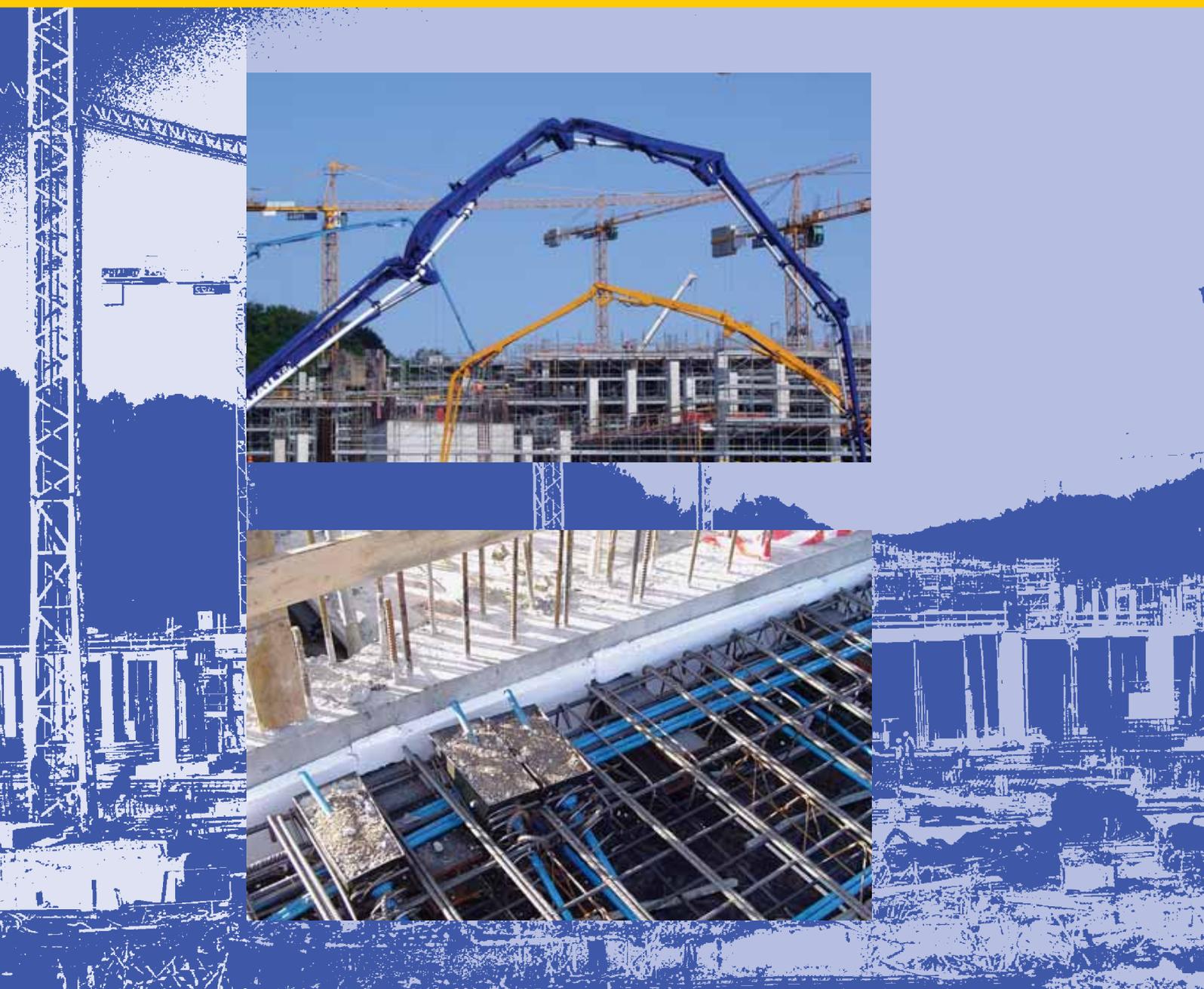


GUIDA al CONTROLLO dei MATERIALI da COSTRUZIONE

i.p.





*Nella foto:
Prova di trazione
con estensimetro
elettronico*



ASSOCIAZIONE LABORATORI DI PROVA DEGLI ISTITUTI TECNICI

**ELENCO DEI LABORATORI IN CONCESSIONE AUTORIZZATI
ALL'ESECUZIONE DI PROVE SUI MATERIALI DA COSTRUZIONE
AI SENSI E PER GLI EFFETTI DELL'ART. 20 LEGGE 5/11/1971, NR.1086**

| TIPO | ISTITUTO | LOCALITÀ | INDIRIZZO | TEL ISTITUTO | FAX ISTITUTO |
|----------|---|---------------|------------------------------------|----------------------------------|--------------|
| I.T.I.S. | Magistri Cumacini | Como | Via C. Colombo - loc. Lazzago | 031 590585 | 031 525005 |
| I.S.I.S. | Arturo Malignani | Udine | V.le Leonardo Da Vinci 10 | 0432 46361 | 0432 545420 |
| I.T.I.S. | Alessandro Volta | Trieste | Via Monte Grappa 1 | 040 54981 | 040 54985 |
| I.I.S. | Leonardo Da Vinci | Portogruaro | Via Galilei 1 | 0421 284811 | 0421 284819 |
| I.T.I.S. | Enrico Mattei | Sondrio | Via Tirano 53 | 0342 214513 0342 210224 (lab) | 0342 517056 |
| I.I.S. | A. Ghisleri sez. ass. Pietro Vacchelli | Cremona | Via Palestro 35 | 0372 20216 | 0372 461140 |
| I.T.S.G. | Quarenghi | Bergamo | Via Europa 27 | 035 319444 | 035 311704 |
| I.T.S.G. | P.L. Nervi | Novara | Via S. Bernardino da Siena 10 | 0321 625790 | 0321 629734 |
| I.T.S.G. | P.L. Nervi | Alessandria | Spalto Borgoglio 77 | 0131 444973 | 0131 231451 |
| I.I.S. | R. Casimiri | Gualdo Tadino | Via Don Bosco 075 9180009 (lab) | 075 9180107 075 9180107 (lab) | 075 9146056 |
| I.S. | S. Calvino G. Biagio Amico | Trapani | Via Salemi 44/b | 0923 559418 | 0923 559418 |
| I.T.C.G. | G. Antinori | Camerino | Via Madonna delle Carceri | 0737 632604 | 0737 633073 |
| I.I.S. | 8 Marzo-K.Lorenz | Mirano | Via Matteotti | 041 430955 | 041 434281 |
| I.T.S.G. | Minutoli | Messina | loc. Gazzi Fucile | 090 6810168 090 685800 | 090 686195 |

introduzione**GUIDA AL CONTROLLO
DEI MATERIALI
DA COSTRUZIONE**

Il D.M. 14/1/2008 - Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni - e la Circolare Ministeriale applicativa nr. 617 del 2/02/2009 sono le basi di una "rivoluzione culturale" nel campo della progettazione e dei controlli.

Le Norme Tecniche fissano i parametri inderogabili del "buon costruire" e rimarkano obblighi e responsabilità di tutti gli attori che intervengono in un cantiere, anche solo attraverso semplici forniture. Il collaudo statico, infatti comprende i seguenti adempimenti:

- tecnici: volti alla formazione del giudizio del Collaudatore sulla sicurezza e stabilità dell'opera nel suo complesso, includendo il volume significativo del terreno, le strutture di fondazione e gli elementi strutturali in elevazione.*
- amministrativi: volti ad accertare l'avvenuto rispetto delle prescrizioni tecniche necessarie ad assicurare la pubblica incolumità e delle procedure previste dalle normative vigenti in materia di strutture.*

Per far fronte agli impegni richiesti dalla normativa a professionisti, imprese, centri di trasformazione e produttori, la nostra Associazione ha deciso di pubblicare questa breve "Guida" quale utile supporto alle attività che presiedono alla certificazione dei materiali utilizzati e alla agibilità di una struttura.

L'ALP è costituita da un gruppo di Laboratori di Prova che opera su concessione del Ministero delle Infrastrutture - Servizio Tecnico Centrale - pur essendo parte integrante di un ristretto numero di istituti scolastici. Proprio questa appartenenza ha permesso e permette alle nuove generazioni di studenti di usufruire di esperienze e knowhow difficilmente accessibili anche in ambiente universitario, nonché a professionisti, imprese, studi tecnici, enti pubblici, centri di trasformazione e produttori di accedere ad un "pubblico servizio" che non si limita alla semplice certificazione, ma che fa della formazione e della consulenza, anche pratica, il punto di partenza per dare il proprio contributo al mondo del lavoro.

Gli argomenti trattati fanno espressamente riferimento al Capitolo 11 delle Norme Tecniche; tale Guida comunque non vuole essere esaustiva, fermo restando la sua utilità nell'essere snella e facilmente consultabile anche in cantiere, per cui consigliamo vivamente tutti i lettori di rivolgersi ai nostri tecnici di laboratorio, soprattutto per quanto riguarda la "lettura" di un certificato di prova e collegarsi ai siti web dedicati, sia degli istituti che dello stesso Ministero delle Infrastrutture, Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici www.cslp.it oppure www.infrastrutture.gov.it. In questi siti sono fra l'altro disponibili gli elenchi dei Centri di Trasformazione con attestato di attività, le schede degli acciai qualificati e i testi integrali delle Nuove Norme Tecniche DM 14/1/2008, nonché della CM 617/2009. Alla fine della Guida i lettori potranno trovare qualche esempio di modulo da utilizzare per le pratiche inerenti le prove sui materiali da costruzione.

Riportiamo innanzi tutto l'elenco delle prove previste dalla Circolare Ministeriale nr. 346 del 14/12/1999. Tutti i materiali e prodotti per uso strutturale devono essere identificati, qualificati ed accettati. Si possono avere diverse procedure e metodi di controllo della conformità:

il "Certificato di conformità (CE)", la "Dichiarazione di conformità (CE)", il "Certificato di idoneità tecnica all'impiego", l'"Attestato di qualificazione", il "Controllo del processo di fabbrica".

Il Direttore dei lavori dovrà acquisire la documentazione di accompagnamento nonché la documentazione che attesti la qualificazione del prodotto, dovrà inoltre verificare l'idoneità di tale documentazione controllando, ad esempio, la titolarità di chi ha emesso le certificazioni o le attestazioni, la validità ed il campo di applicazione di queste ultime, la conformità delle caratteristiche dichiarate alle prescrizioni progettuali o capitolari. Obiettivo della presente Guida è quello di supportare l'attività dei professionisti del settore nella verifica e accettazione dei due materiali fondamentali: il calcestruzzo e l'acciaio, per i quali vengono descritte modalità di prelievo e controllo.

ELENCO DELLE PROVE PER LE QUALI È RICHIESTA CERTIFICAZIONE UFFICIALE

1 - LEGANTI IDRAULICI

1.1 - PROVE FISICHE

- 1.1.1 *Prova di indeformabilità;*
- 1.1.2 *Prova di presa;*
- 1.1.3 *Determinazione della finezza di macinazione;*

1.2 - PROVE DI RESISTENZA MECCANICA

- 1.2.1 *Resistenza su malta plastica;*

2 - CALCESTRUZZI

2.1 - MISURE FISICHE

- 2.1.1 *Peso dell'unità di volume;*
- 2.1.2 *Coefficiente di dilatazione lineare;*
- 2.1.3 *Prova di Abrahms;*

2.2 - PROVE DI RESISTENZA MECCANICA

- 2.2.1 *Rottura a compressione di cubi o cilindri;*
- 2.2.2 *Rottura a flessione;*
- 2.2.3 *Rottura per trazione indiretta (prova brasiliana);*
- 2.2.4 *Rottura per trazione diretta;*

2.3 - PROVE E MISURE SPECIALI

- 2.3.1 *Modulo di elasticità normale a compressione;*
- 2.3.2 *Diagramma di deformazione;*
- 2.3.3 *Ritiro;*

2.4 - PROVE SU AGGREGATI PER CALCESTRUZZO

- 2.4.1 *Peso dell'unità di volume;*
- 2.4.2 *Analisi granulometrica per via secca;*
- 2.4.3 *Durezza Mohs;*

3 - LATERIZI

- 3.1 *Resistenza a compressione in direzione dei fori;*
- 3.2 *Resistenza a compressione trasversale ai fori;*
- 3.3 *Resistenza a trazione per flessione;*
- 3.4 *Modulo di elasticità;*
- 3.4 *Determinazione della percentuale di foratura ed area media della sezione di un foro;*
- 3.5 *Coefficiente di dilatazione lineare;*
- 3.6 *Prova di punzonamento;*
- 3.7 *Prova di dilatazione per umidità;*

4 - ACCIAI

4.1 - PROVE DI TRAZIONE

- 4.1.1 *Su spezzoni di tondo liscio, con determinazione:*
 - *dell'area della sezione;*
 - *dei carichi di snervamento e rottura;*
 - *dell'allungamento percentuale a rottura;*
- 4.1.2 *Idem come sopra per barre ad aderenza migliorata;*
- 4.1.3 *Idem come sopra per reti e tralicci elettrosaldati;*
- 4.1.4 *Idem come sopra su provini ricavati da profilati e lamiere;*
- 4.1.5 *Su fili da precompresso, con determinazione:*
 - *dell'area della sezione;*
 - *del limite 0.1 %*
 - *dell'allungamento percentuale a rottura;*
- 4.1.6 *Su trefoli da precompresso, con determinazione:*
 - *dell'area della sezione;*
 - *del limite 1 %;*
 - *del carico di rottura.*

4.2 - ALTRE PROVE MECCANICHE

- 4.2.1 *Piegamento a 180° a freddo;*
- 4.2.2 *Piegamento a 90° con raddrizzamento dopo riscaldamento;*
- 4.2.3 *Resistenza al distacco per reti e tralicci elettrosaldati;*

4.3 - PROVE E MISURE SPECIALI

- 4.3.1 *Modulo di elasticità normale;*
- 4.3.2 *Diagramma di deformazione;*
- (* 4.3.3 *Diagramma di deformazione a deformazione imposta;*
- 4.3.4 *Numero di piegamenti alterni a rottura;*
- 4.3.5 *Resilienza di Charpy a temperatura ambiente;*
- 4.3.6 *Resilienza di Charpy a freddo;*
- (* 4.3.7 *Prove di aderenza su barre ad a.m. (beam-test);*
- (* 4.3.8 *Prove a fatica per trazione-compressione su provini, con carico non inferiore a 200 KN;*
- (* 4.3.9 *Prova di rilassamento a temperatura ordinaria.*

Le attrezzature per le prove contrassegnate da asterisco, seppure auspicabili, non sono da ritenersi obbligatorie.

CALCESTRUZZO

Una delle prove più significative e nel contempo più delicate è costituita dalla compressione di provini di calcestruzzo di dimensioni specificate dalle norme. Il Direttore dei Lavori o persona di sua fiducia, delegata al prelievo dei campioni di calcestruzzo dovrà osservare scrupolosamente le regole sotto indicate, tenendo conto che per questa attività di cantiere occorre predisporre uno specifico "Verbale di prelievo" - un modello in tal senso viene proposto nella presente guida-. Il capitolo "Controlli di accettazione" è dedicato proprio ai compiti del Direttore dei Lavori in cantiere.

Effettuare i calcoli separatamente per ogni [miscela omogenea](#) di calcestruzzo (*quindi separatamente per i calcestruzzi con Rck 25, con Rck 30, con Rck 35 ecc.*)

PRELIEVO DEI PROVINI

I cubetti di calcestruzzo vanno [prelevati sempre a coppie](#) (una coppia di cubetti, prelevata dallo stesso getto, è un prelievo)

PREPARAZIONE DEI PROVINI: CONSIGLI E PRESCRIZIONI NORMATIVE

La UNI EN 12390 stabilisce i criteri e le modalità per la preparazione e la stagionatura dei provini di calcestruzzo prelevato in cantiere.

La preparazione dei provini consiste nel sistemare il calcestruzzo in apposite casseforme calibrate, con caratteristiche quindi che rientrano nelle tolleranze prescritte dalla UNI EN 12390 -1:2002 assestandolo con opportuni mezzi di costipamento, in modo da ottenere la massima densità realizzabile per l'impasto dato e curando che i provini di uno stesso impasto risultino omogenei in se stessi e tra di loro. Le casseforme calibrate devono essere costruite con acciaio o ghisa che devono essere materiali di riferimento. Se le casseforme sono costruite con altri materiali devono essere disponibili risultati di prove prestazionali che dimostrino l'equivalenza a lungo termine con casseforme calibrate costruite di acciaio o di ghisa.

La forma e le dimensioni dei provini devono corrispondere

a quanto prescritto dalla UNI EN 12390-1:2002.

È opportuno, prima di iniziare le operazioni di confezionamento dei provini, che le superfici interne delle casseforme siano pulite e ricoperte, quando la natura del materiale con cui le stesse sono formate lo richiama, con un sottile strato di agente disarmante. I provini devono essere compattati almeno in due strati, ma nessuno strato deve avere spessore maggiore di 100 mm.

L'assestamento del calcestruzzo nelle casseforme deve essere eseguito preferibilmente mediante vibrazione; è opportuno l'impiego di una tavola vibrante; ricaricandolo durante l'operazione per compensare il calo.

I vibratorii ad immersione di cantiere sono sproporzionati come potenza e come diametro del pestello rispetto alle dimensioni dei provini e pertanto possono essere eventualmente utilizzati esclusivamente come mezzo di vibrazione esterna.

Scopo fondamentale di un costipamento corretto è realizzare la massima densità possibile per l'impasto dato. Ottenuto il costipamento del calcestruzzo si provvede a rasare con un righello metallico la superficie superiore ed a lisciarla con cazzuola o fratazzo.

Concludendo, si ribadisce che è [opportuno confezionare i provini in casseforme metalliche o in resina](#), in grado di assicurare le tolleranze dimensionali prescritte; le casseforme a perdere in polistirolo si deformano facilmente in fase di getto e presentano una finitura superficiale che non assicura sempre il rispetto della planarità delle facce.

STAGIONATURA DEI PROVINI

Occorre lasciare i provini nelle casseforme per almeno 16 h, ma non oltre 3 giorni alla temperatura di $(20+5)^{\circ}\text{C}$ e $(25\pm 5)^{\circ}\text{C}$ nei climi caldi, proteggendoli da urti, vibrazioni e disidratazione. Una volta rimossi dalle casseforme, i provini devono essere conservati, fino al momento della prova, in acqua a temperatura di $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$ oppure in ambiente a $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$ ed umidità relativa $>95\%$.

TOLLERANZE DIMENSIONALI (UNI EN 12390/2002)

Le dimensioni nominali dei provini, con inerte massimo impiegato di 30 mm di diametro, sono: 150x150x150mm, con tolleranza dell'1% ($\pm 1,5$ mm) rispetto alla faccia rasata e dello 0,5% ($\pm 0,75$ mm) rispetto alle facce casserate.

Qualora il provino non rientri nelle suddette tolleranze, il laboratorio non indicherà le dimensioni nominali, ma le effettive misure dei lati espressi in millimetri.

Se però tali dimensioni sono maggiori o minori del 2% rispetto alle dimensioni nominali (147-153 mm), il provino è da rettificare o da scartare. Se superiori a 153 mm va rettificato, se inferiori a 147 mm va cappato (con cemento alluminoso, malta di zolfo o scatola di sabbia), con spessore

non superiore a 5 mm. Pertanto i provini con lati inferiori a 142 mm vanno scartati.

Le superfici di prova non devono avere errori di planarità superiori a 0,09 mm e gli spigoli errori di perpendicolarità superiori a 0,5 mm.

Riassumiamo in uno schema tutte le situazioni (*vedi schema e tabella al piede pagina*).

CONTROLLI DI ACCETTAZIONE RIF. DM 14/01/2008 PUNTO 11.2.5 E CM 617

Il Direttore dei Lavori ha l'obbligo di eseguire controlli in corso d'opera, per verificare se la resistenza caratteristica verificata con le prove di laboratorio è conforme a quella prevista in fase progettuale.

Il prelievo va eseguito alla presenza del Direttore dei Lavori

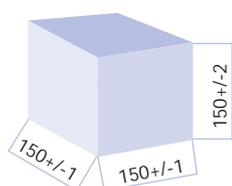
che provvede alla redazione di apposito verbale di prelievo. Il Laboratorio, nel certificato di prova, farà riferimento agli estremi di tale verbale, come riportati nella richiesta di prova. Se tali estremi non venissero dichiarati nella suddetta richiesta, nel certificato ne sarà evidenziata l'assenza.

I provini dovranno essere contrassegnati dal Direttore dei Lavori mediante sigle, etichettature indelebili, ecc, in modo tale che si abbia certezza che quelli trasmessi al Laboratorio di prova siano effettivamente quelli prelevati in cantiere.

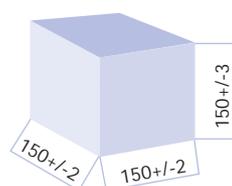
La domanda di prove va redatta dal Direttore dei Lavori e deve contenere precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo, le date dei prelievi e gli estremi dei relativi verbali di prelievo. Delle predette operazioni il Direttore dei Lavori può incaricare un tecnico di sua fiducia, ferma restando tuttavia la personale responsabilità ad esso attribuita dalla legge.

Verifiche dimensionali sui cubetti di calcestruzzo

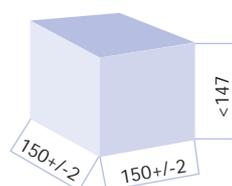
Dimensioni "A1"



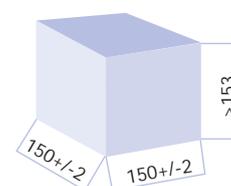
Dimensioni "A2"



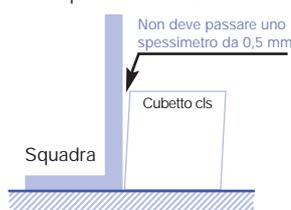
Dimensioni "A3"



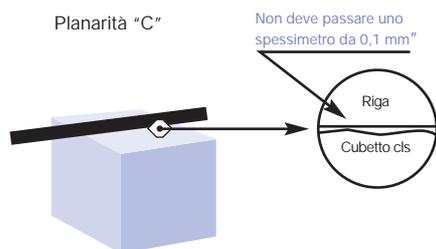
Dimensioni "A4"



Perpendicolarità "B"



Planarità "C"



| Classific | VERIFICA RISPETTO A | | | Note |
|-----------|-----------------------------|----------------------------|---------------------|--|
| | Dimensioni Fig. A1 A2 A3 | Perpendicolarità fig. B | Planarità fig. C | |
| A | fig. A1 | OK | OK | Il cubetto può essere sottoposto a prova direttamente |
| B | fig. A2 | OK | OK | Le dimensioni devono essere verificate come da appendice B della UNI EN 12390-3:2003 (media di 6 misure per ogni faccia del cubetto) |
| C1 | fig. A2 | OK | non rispetta | Il cubetto deve essere <i>rettificato</i> sulle facce sottoposte a carico |
| C2 | fig. A2 | non rispetta | OK | Il cubetto deve essere <i>rettificato</i> sulle facce sottoposte a carico |
| C3 | fig. A4 | OK | OK | Il cubetto deve essere <i>rettificato</i> sulla faccia rasata per portare la dimensione in tolleranza |
| D | fig. A3 | OK | OK | Realizzazione di una <i>cappa</i> per portare la dimensione in tolleranza |
| E | non rispetta | ===== | ===== | Il cubetto non può essere accettato e viene scartato |

Le prove **non richieste** dal Direttore dei Lavori non possono far parte dell'insieme statistico che serve per la determinazione della resistenza caratteristica del materiale. In tal caso il Laboratorio non rilascerà il "Certificato" bensì un semplice "Rapporto di prova".

Qualora il numero dei provini di calcestruzzo consegnati al Laboratorio sia inferiore a sei il Laboratorio effettua le prove, ma vi appone una nota con la quale segnala al Direttore dei Lavori che il numero dei campioni provati non è sufficiente per eseguire il controllo di tipo A previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni.

A seconda del quantitativo di calcestruzzo omogeneo impiegato si configurano due tipi di controlli di accettazione:

controllo di tipo A (riferito ad un quantitativo di miscela omogenea fino a 300 m³)

controllo di tipo B (riferito ad un quantitativo di miscela superiore a 1500 m³)

CONTROLLO DI TIPO A

- **Edifici con miscela omogenea compresa tra 100 e 300 m³:** 3 prelievi (6 cubetti di calcestruzzo), ogni 100 m³ (per 300 m³: 2 cubetti x 3 = 6 cubetti). **Per ogni giorno di getto va comunque effettuato un prelievo;** quindi il numero totale dei prelievi sarà almeno pari al numero di giorni in cui sono stati effettuati i getti.
- **Edifici con meno di 100 m³ di miscela omogenea:** bastano solo **n. 3 prelievi** (6 cubetti di calcestruzzo) e **non è obbligatorio il prelievo giornaliero.**
- **Per edifici con miscela omogenea compresa tra 300 e 1500 m³:** un controllo ogni 300 m³ massimo di miscela (ad esempio per 900 m³ di getto vanno effettuati 3 controlli, ovvero 3x6 = 18 cubetti). Anche in questo caso **è obbligatorio il prelievo giornaliero.**

CONTROLLO DI TIPO B (controllo di tipo statistico)

- **Edifici con più di 1500 m³ di miscela omogenea.** Un controllo obbligatorio di tipo statistico ogni 1500 m³ di getto, 15 prelievi (30 cubetti) sui 1500 m³, con almeno un prelievo (2 cubetti) per ogni giorno di getto.

Il controllo di accettazione è positivo quando risultano verificate, a seconda del quantitativo di calcestruzzo impiegato, le disuguaglianze della tabella. (Vedi *tabella al piede pagina*)

Riassumendo: la Circolare 617 ribadisce che ai fini di un efficace controllo di accettazione di Tipo A è necessario che il numero dei campioni da prelevare e provare sia NON INFERIORE A SEI (TRE PRELIEVI), ANCHE PER GETTI DI QUANTITÀ INFERIORE A 100 METRI CUBI DI MISCELA OMOGENEA.

LE PROVE DOVRANNO ESSERE SVOLTE INTORNO AL VENTOTTESIMO GIORNO O AL LIMITE CON QUALCHE SETTIMANA DI RITARDO.

La CM 617 - capitolo 11.2.5 - impone ai Laboratori di Prova che **qualora il numero dei campioni di calcestruzzo consegnati sia inferiore a 6**, sul certificato di prova venga apposta la seguente nota: **"SI SEGNALE AL DIRETTORE DEI LAVORI CHE IL NUMERO DEI CAMPIONI PROVATI NON È SUFFICIENTE PER ESEGUIRE IL CONTROLLO DI TIPO A PREVISTO DALLE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI"**.

Imprese e Direttori dei Lavori dovranno quindi porre la massima attenzione al numero dei campioni da prelevare e sottoporre a prova per evitare che il relativo certificato sia di fatto inefficace per il controllo di accettazione.

CALCESTRUZZO CONFEZIONATO CON PROCESSO INDUSTRIALIZZATO

Un impianto, che confeziona calcestruzzo con processo industrializzato, deve essere dotato di un **sistema di controllo del processo produttivo** che deve essere **certificato** da organismi che operano con autorizzazione del Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei LL.PP.

I documenti che accompagnano ogni fornitura devono indicare gli estremi di detta certificazione.

Il Direttore dei Lavori è tenuto a rifiutare le forniture provenienti da impianti che non abbiano il certificato relativo al controllo del processo produttivo.

La certificazione deve contenere i necessari riferimenti agli aspetti inerenti il processo produttivo, con particolare attenzione a quelli tecnici che concorrono alla qualità del prodotto.

| Controllo di tipo A | | Controllo di tipo B |
|-------------------------|-------------------------|---------------------------|
| | $R_1 \geq R_{ck} - 3,5$ | |
| $R_m \geq R_{ck} + 3,5$ | | $R_m \geq R_{ck} + 1,48s$ |
| (N° prelievi > 3) | | (N° prelievi > 15) |

Dove R_m = resistenza media dei prelievi (N/mm²)
 R_1 = il più piccolo valore di resistenza dei prelievi (N/mm²)
 s = scarto quadratico medio

Quando in cantiere non si fa uso di calcestruzzo confezionato con processo industrializzato si hanno due ipotesi:

- 1) la quantità di calcestruzzo da impiegare è minore di 1500 mc.
- 2) la quantità di calcestruzzo da impiegare è superiore di 1500 mc.

Nel primo caso la miscela omogenea verrà confezionata sotto la diretta responsabilità del Costruttore ed il Direttore dei Lavori, prima del suo impiego, dovrà provvedere allo studio della miscela per l'ottenimento della resistenza caratteristica di progetto, verificandola con prove di laboratorio.

Nel secondo caso l'Imprenditore, per quel cantiere, deve essere dotato di un certificato, come gli impianti di calcestruzzo, relativo al sistema di controllo del processo produttivo.

RICHIESTA DI PROVE SUI MATERIALI DA PRESENTARE AL LABORATORIO AUTORIZZATO

La richiesta di prova deve essere sottoscritta dal Direttore dei Lavori che dovrà fornire precise indicazioni sulla posizione delle strutture interessate da ciascun prelievo, la data di prelievo e gli estremi relativi ai verbali di prelievo.

Sarebbe auspicabile, come suggerisce la Circolare 617 emanata dal Ministero delle Infrastrutture sulle Nuove Norme Tecniche, che la consegna dei provini avvenga intorno al 28° giorno di maturazione.

Qualora la consegna avvenga prima dei 28 giorni, il Laboratorio provvede alla corretta maturazione dei campioni in

acqua a temperatura di $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$. E' preferibile poi, continua la Circolare, che la prova di compressione venga eseguita non oltre qualche settimana il 28° giorno di maturazione anche se la Resistenza Rck è convenzionalmente definita come la resistenza a 28 giorni di maturazione. È risaputo però che qualche settimana di ritardo non influenza in modo significativo i risultati dei controlli di accettazione. In allegato alla presente Guida si propone un modello di "Richiesta di prove sui materiali da costruzione".

CONTROLLO DELLA RESISTENZA DEL CALCESTRUZZO IN OPERA

Tale controllo viene effettuato mediante carotaggi e successiva prova di compressione. Si consiglia, ove possibile di prelevare carote con diametri tra 100 e 150 mm; per ottenere una stima attendibile della resistenza di un'area di prova devono essere prelevate e provate almeno tre carote. Il rapporto fra altezza e diametro deve essere compreso tra 1 e 2. I campioni devono essere conservati e provati umidi, in modo da impedirne l'essiccazione in aria.

Il valor medio della resistenza cilindrica in opera dovrà risultare non inferiore all'85% del valor medio cilindrico, definito in fase di progetto, secondo quanto ben esplicitato al cap. 11.2.6 della CM 617. Quando il numero dei campioni prelevati è pari ad almeno 15 si può stimare il "valore caratteristico". Per una chiara lettura dei certificati e per ogni chiarimento, consigliamo comunque di rivolgersi al personale dei Laboratori.

Nelle foto:

Prova di compressione su calcestruzzo



Particolare attenzione deve essere posta nella scelta delle caratteristiche del calcestruzzo in funzione dell'esposizione del manufatto.

Le norme UNI 11104 e UNI EN 206 individuano le Classi di Esposizione del calcestruzzo ed in base a queste prevedono determinate caratteristiche che possano garantire la necessaria durabilità.

NOTA: Con il termine durabilità del calcestruzzo si intende la capacità di durare nel tempo, resistendo alle azioni aggressive dell'ambiente, agli attacchi chimici, all'abrasione

o ad ogni altro processo di degrado che coinvolga oltre alla pasta cementizia anche le eventuali armature metalliche.

La scelta del calcestruzzo dovrà essere quindi fatta non solo in funzione delle caratteristiche meccaniche ma anche in base alla collocazione della struttura.

La norma opera in questo senso suddividendo l'esposizione in 5 CLASSI

[Definizione classi di esposizione del calcestruzzo \(norme UNI 11104 e UNI EN 206\)](#)

| CLASSE | Tipo di ambiente relativo alla struttura |
|--------|---|
| X0 | Nessun rischio di corrosione (interni di edifici con U.R. molto bassa) |
| XC | Corrosione delle armature promossa dalla carbonatazione |
| XD | Corrosione delle armature promossa dai cloruri esclusi quelli presenti in acqua di mare |
| XS | Corrosione delle armature promossa dai cloruri dell'acqua di mare |
| XF | Degrado del calcestruzzo per cicli di gelo-disgelo |

Inoltre le prescrizioni della UNI 11104 e UNI EN 206 inerenti la durabilità vengono determinate in funzione del rapporto acqua/cemento e delle prestazioni del calcestruzzo.

| Classe | Ambiente | massimo rapporto A/C | caratteristiche minime |
|--------|--|----------------------|------------------------|
| XC1 | asciutto o permanentemente bagnato | 0,60 | C 25/30 |
| XC2 | bagnato raramente asciutto | 0,60 | C 25/30 |
| XC3 | umidità moderata | 0,55 | C 28/35 |
| XC4 | ciclicamente asciutto e bagnato | 0,50 | C 32/40 |
| XD1 | umidità moderata | 0,55 | C 28/35 |
| XD2 | bagnato raramente asciutto | 0,50 | C 32/40 |
| XD3 | ciclicamente asciutto e bagnato | 0,45 | C 35/45 |
| XS1 | esposto alla salsedine marina ma non direttamente a contatto con l'acqua di mare | 0,50 | C 32/40 |
| XS2 | permanentemente sommerso | 0,45 | C 35/45 |
| XS3 | zone esposte agli spruzzi o alle maree | 0,45 | C 35/45 |
| XF1 | moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante | 0,50 | C 32/40 |
| XF2 | moderata saturazione d'acqua, in presenza di agente disgelante | 0,50 | C 25/30 |
| XF3 | elevata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante | 0,50 | C 25/30 |
| XF4 | elevata saturazione d'acqua, con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare | 0,45 | C 28/35 |
| XA1 | ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1 | 0,55 | C 28/35 |
| XA2 | ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1 | 0,50 | C 32/40 |
| XA3 | ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1 | 0,45 | C 35/45 |

Nella scelta della composizione del calcestruzzo sarà quindi necessario individuare prima la classe di esposizione e, di conseguenza, le relative caratteristiche meccaniche minime da utilizzare nel calcolo strutturalmente.

ACCIAI DA CEMENTO ARMATO

Barre di acciaio ad aderenza migliorata
(DM 14/01/2008 p.to 11.3.2.10.4 e CM 617 2/2/2009 p.to 11.3)

È ammesso esclusivamente l'impiego di acciai qualificati:
- quelli laminati a caldo denominati B450C (ad alto grado di duttilità)
- quelli trafilati a freddo denominati B450A (a basso grado di duttilità)
Entrambi sono caratterizzati dai seguenti valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura:

| | |
|----------------|-----------------------|
| $f_{y\ nom} =$ | 450 N/mm ² |
| $f_{t\ nom} =$ | 540 N/mm ² |

Gli acciai laminati a caldo B450C devono rispettare i requisiti indicati nella tabella 1:

Gli acciai trafilati a freddo B450A devono rispettare i requisiti indicati nella tabella 2.

tabella 1

| | |
|--|--|
| Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} | ≥ 450 (N/mm ²) |
| Tensione caratteristica di rottura f_{tk} | ≥ 540 (N/mm ²) |
| $(f_t/f_y)k$ rottura unitaria/snervamento unitario | $\geq 1,15$ $\leq 1,35$ |
| $(f_y/f_y\ nom)k$ snervamento unitario/450 N/mm ² | $\leq 1,25$ |
| Allungamento (Agt)K | $\geq 7,5\%$ |
| Diametro del mandrino utilizzato per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento per almeno di 20° senza cricche | 4Ø per $\varnothing < 12$ mm 5Ø per $12 \leq \varnothing \leq 16$ mm 8Ø per $16 < \varnothing \leq 25$ mm 10Ø per $25 < \varnothing \leq 50$ mm |

tabella 2

| | |
|--|---------------------------------|
| | CARATTERISTICHE |
| Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} | ≥ 450 (N/mm ²) |
| Tensione caratteristica di rottura f_{tk} | ≥ 540 (N/mm ²) |
| $(f_t/f_y)k$ rottura unitaria/snervamento unitario | $\geq 1,05$ |
| $(f_y/f_y\ nom)k$ snervamento unitario/450 N/mm ² | $\leq 1,25$ |
| Allungamento (Agt)K | $\geq 2,5\%$ |
| Diametro del mandrino utilizzato per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento per almeno di 20° senza cricche | 4Ø per $\varnothing \leq 10$ mm |

La prova di piegamento e raddrizzamento si esegue a temperatura ambiente di 20 + 5 °C, piegando la provetta a 90°, mantenendola poi per 60 minuti in forno a 100 °C, procedendo successivamente al suo raffreddamento in aria ed al parziale raddrizzamento per almeno 20°.

Dopo la prova il campione non deve presentare rotture, cricche od altre alterazioni.

Gli acciai B450C, se prodotti in barre, hanno diametro compreso tra 6 e 40 mm, mentre se prodotti in rotoli hanno diametro minore o uguale a 16 mm.

Gli acciai B450A se prodotti in barre hanno diametro compreso tra 5 e 10 mm, mentre se prodotti in rotoli hanno diametro minore o uguale a 10 mm.

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

Il trattamento ha lo scopo di rilassare rapidamente il materiale, le cui fibre rimangono in tensione dopo la lavorazione.

PRODOTTI QUALIFICATI

Gli acciai per essere impiegati devono essere qualificati. Per esserlo devono provenire da acciaierie che hanno ricevuto da parte del Consiglio Superiore dei LL.PP. l'attestato di qualificazione.

In detto certificato è riportato il nome dell'acciaieria, lo stabilimento di produzione, il marchio, la saldabilità, il diametro,

se si tratta di barre o di rotoli, etc. (catalogo schede sul sito web del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti).

CONTROLLI DI ACCETTAZIONE IN CANTIERE

I controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori. È opportuno che gli stessi siano effettuati **prima** della messa in opera del lotto di spedizione e comunque entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale.

Il campionamento, si legge nella sopracitata Circolare, viene generalmente effettuato su tre diversi diametri opportunamente differenziati nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, in numero di 3 spezzoni (di 1,30 mt., come solitamente richiesto), marchiati, per ciascuno dei diametri selezionati, 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 ai lotti provenienti da altri stabilimenti.

Qualora la fornitura di elementi sagomati o assemblati provenga da un centro di trasformazione, il Direttore dei Lavori, dopo essersi accertato che esso abbia i requisiti previsti dal D.M. 14/01/2008, si potrà recare presso il medesimo centro dove, il Direttore Tecnico del Centro di Trasformazione, preleverà i campioni da inviare presso un laboratorio autorizzato secondo le disposizioni dello stesso Direttore dei Lavori, munendoli di sigle, etichettature indelebili, ecc che assicurino che essi sono effettivamente quelli prelevati.

I valori di resistenza ed allungamento di ciascun campione, accertati secondo la norma UNIEN ISO 15630-1:2004, da eseguirsi comunque prima della messa in opera del prodotto, riferiti ad uno stesso diametro, devono essere compresi tra i valori minimi e massimi riportati nella tabella. (Vedi *tabella al piede pagina*)

Se i tre risultati della prova soddisfano i valori indicati nella suddetta tabella, il lotto consegnato è da considerarsi conforme.

Se ciò non accadesse, il lotto va considerato conforme solo se la media di 10 ulteriori provini è maggiore del valore caratteristico e i singoli valori saranno compresi tra il valore minimo ed il valore massimo sopra riportati.

Il prelievo di questi ulteriori 10 provini va fatto alla presenza del produttore o suo rappresentante, che potrà anche assistere all'esecuzione delle prove in Laboratorio.

Se anche in questo caso il lotto non risultasse conforme, il

lotto deve essere respinto ed il risultato segnalato al Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori pubblici.

RETI E TRALICCI ELETTRICALI

Vanno effettuate le prove di trazione, piegamento e distacco al nodo su entrambi i fili delle reti - se di diametro o di acciaieria diverse - e sui correnti dei tralicci, verificando che la rottura avvenga al di fuori dei punti di saldatura.

Le reti ed i tralicci realizzati con acciaio B450 C hanno un diametro compreso tra 6 e 16 mm, mentre quelli realizzati con acciaio B450 A hanno diametro compreso tra 5 e 10 mm.

Per effettuare le prove sono necessari 3 campioni di 120 x 120 cm per le reti e tre campioni di 150 cm di lunghezza per i tralicci (dimensioni richieste da gran parte dei Laboratori ALP).

Riassumendo: la CM 617 - capitolo 11.3.2.10.4 - puntualizza che i controlli di accettazione in cantiere sono obbligatori e devono essere svolti entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale. Il campionamento deve essere effettuato su TRE DIVERSI DIAMETRI, opportunamente differenziati nell'ambito di ciascun lotto di spedizione, IN NUMERO DI TRE SPEZZONI, MARCHIATI PER CIASCUNO DEI DIAMETRI SELEZIONATI, 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 ai lotti provenienti da altri stabilimenti. (lunghezza spezzone richiesta = 130 cm). Inoltre al capitolo 11.3.1.5 si ribadisce che gli stabilimenti di produzione di acciai qualificati non sono tenuti ad allegare alle forniture copia dei certificati rilasciati dal Laboratorio incaricato che effettua i controlli periodici di qualità. Si precisa al riguardo, che i predetti certificati NON SONO SIGNIFICATIVI AI FINI DELLA FORNITURA, TRATTANDOSI DI DOCUMENTI RISERVATI AL SERVIZIO TECNICO CENTRALE PER I CONTROLLI SEMESTRALI NELL'AMBITO DEL MANTENIMENTO E RINNOVO DELLA QUALIFICAZIONE. TALI CERTIFICATI, PERALTRO, NON POSSONO SOSTITUIRE I CERTIFICATI RELATIVI ALLE PROVE EFFETTUATE DAL DIRETTORE DEI LAVORI, CHE DEVONO ESSERE RILASCIATI DAI LABORATORI NELL'AMBITO DEI CONTROLLI OBBLIGATORI DI CANTIERE. PROFILATI D'ACCIAIO

| Caratteristica | Valore limite | note |
|---------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| tensione di snervamento f_y minima | 425 (N/mm ²) | (450-25) N/mm ² |
| tensione di snervamento f_y massima | 572 (N/mm ²) | (450 x(1,25+0,02)) N/mm ² |
| Agt minimo | ≥6,0% | per acciai B450C |
| Agt minimo | ≥2,0% | per acciai B450A |
| rottura unitaria/snervamento unitario | $1,13 \leq (f_t/f_y) \leq 1,37$ | per acciai B450C |
| rottura unitaria/snervamento unitario | $f_t/f_y \geq 1,03$ | per acciai B450A |
| Piegamento/raddrizzamento | Senza cricche | per tutti |

ACCIAI PER STRUTTURE METALLICHE

Per ogni fornitura di 30 t occorre un controllo su di un minimo di tre saggi (almeno uno sullo spessore minimo ed uno sullo spessore massimo). Per i profilati IPE, HE le provette per la prova vanno ricavate solamente dalle ali.

Sulle provette ricavate dal profilato, oltre alla prova di trazione, verrà eseguita la prova di resilienza. Il valore della resilienza non deve essere inferiore a 27J.

FORNITURE E DOCUMENTAZIONE DI ACCOMPAGNAMENTO

Tutte le forniture di acciaio devono essere accompagnate dalla copia dell'attestato di qualificazione rilasciato dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Il riferimento dell'Attestato deve essere riportato sul documento di Trasporto.

Le forniture effettuate da un commerciante intermedio devono essere accompagnate da copia dei documenti rilasciati dal produttore e completati con il riferimento al documento di trasporto del commerciante stesso.

Il Direttore dei Lavori, prima della messa in opera del prodotto, è tenuto a verificare quanto sopra indicato e a rifiutare eventuali forniture non conformi.

CENTRI DI TRASFORMAZIONE

Si definisce Centro di Trasformazione, nell'ambito degli acciai, un impianto esterno al cantiere che riceve dal produttore di acciaio elementi base (barre, rotoli, reti, ecc.) e confeziona elementi strutturali direttamente impiegabili, quali ad esempio elementi saldati e/o presagomati (staffe, ferri piegati, ecc) o preassemblati (gabbie di armatura) pronti per la messa in opera.

Il Centro di Trasformazione deve dotarsi di un sistema di gestione della qualità, certificato da un organismo di adeguata competenza che opera in coerenza con la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17021:2006.

I Centri di Trasformazione sono tenuti ad eseguire presso un laboratorio autorizzato una serie di controlli atti a garantire la permanenza delle caratteristiche sia meccaniche che geometriche del materiale originario anche sul prodotto la-

vorato.

I Centri di Trasformazione sono tenuti a dichiarare, depositando prescritta documentazione, la loro attività al Servizio Tecnico Centrale il quale dichiara poi l'avvenuta presentazione della suddetta dichiarazione. Essa deve essere confermata annualmente al suddetto Servizio Tecnico Centrale previa dichiarazione che nulla è variato rispetto al precedente deposito ovvero siano descritte le variazioni avvenute. In sostanza una sorta di carta di identità del Centro stesso che risulti inequivocabilmente "identificabile". Scopo principale dell'operazione di qualifica del Centro di Trasformazione è quello di bloccare tutti i materiali di provenienza sconosciuta.

I requisiti minimi del Centro sono: 1. Avere al proprio interno un direttore tecnico in grado di leggere i progetti oltre che di controllare la produzione, 2. Avere un Sistema di Qualità per la gestione di procedure e documentazione.

Sul sito web del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, Servizio Tecnico Centrale della Presidenza Del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici sono elencati i Centri di Trasformazione con "Dichiarazione di attività", nonché tutte le schede degli acciai qualificati.

Ogni fornitura in cantiere deve essere accompagnata da:

- Dichiarazione** sul documento di trasporto degli estremi dell'attestato di **avvenuta dichiarazione di attività** rilasciata dal Servizio Tecnico Centrale, recante il logo o il marchio del Centro di Trasformazione.
- Attestazione** inerente l'esecuzione delle **prove di controllo interno** fatte eseguire dal Direttore Tecnico del Centro di Trasformazione con l'indicazione dei giorni nei quali la fornitura è stata lavorata. Il Direttore dei Lavori inoltre può richiedere copia dei certificati relativi alle prove effettuate nei giorni in cui la lavorazione è stata effettuata.

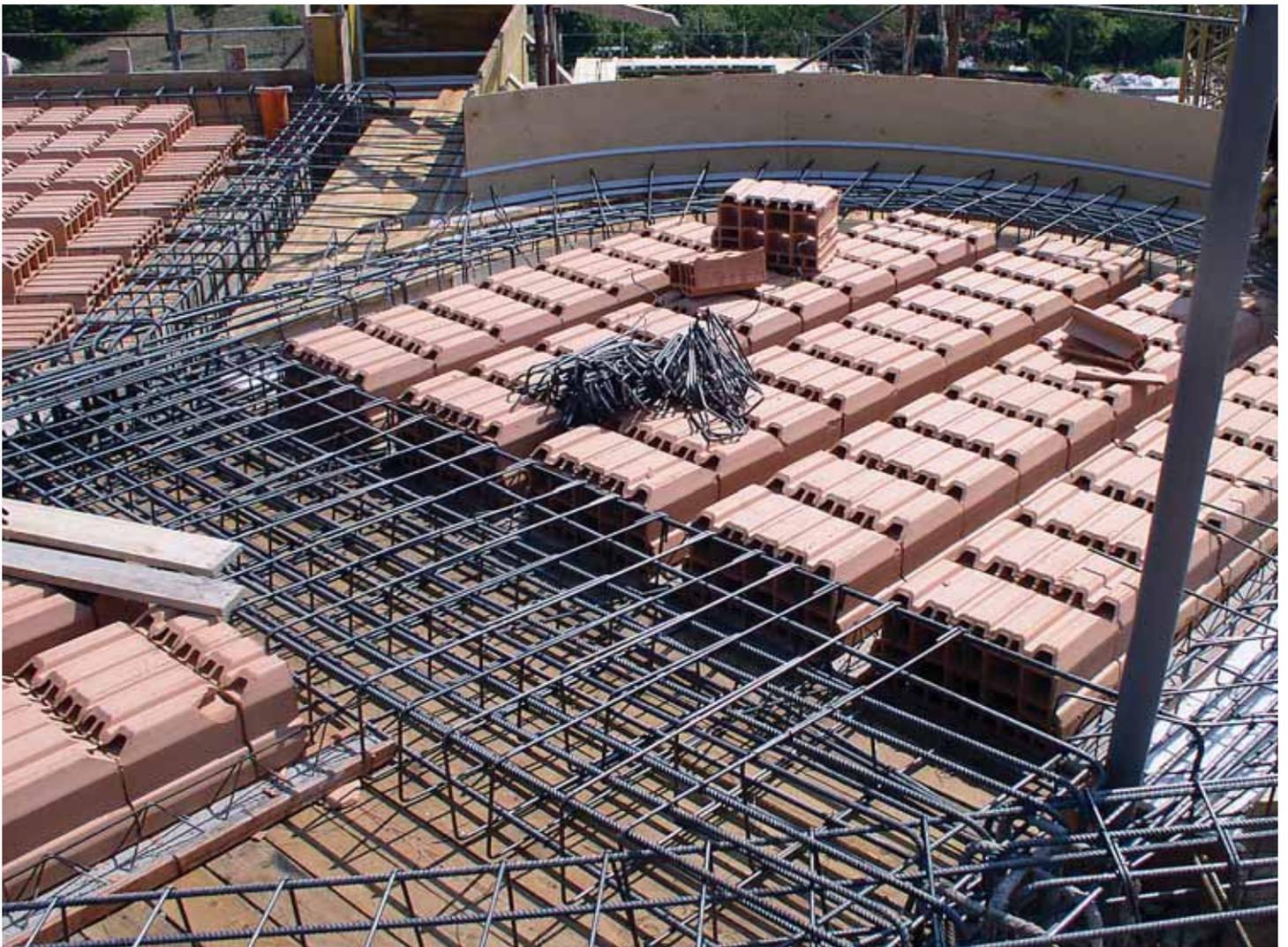
Il Direttore dei Lavori è tenuto a rifiutare eventuali forniture non conformi.

La documentazione suddetta deve essere prodotta dal Direttore dei Lavori al Collaudatore che riporterà nel certificato di collaudo gli estremi del centro di trasformazione che ha fornito il materiale lavorato.

N.B. Se il professionista non ha redatto i calcoli in c.a. riferendosi D.M. del 14/1/2008, ma al D.M. 14/09/2005 oppure al D.M. 09/01/1996 il numero dei prelievi e le caratteristiche meccaniche ricavate in laboratorio andranno confrontati con quanto previsto in questi ultimi due decreti.

Nei successivi Allegati si propongono modelli di "verbale di prelievo" per calcestruzzo e acciaio e di "richiesta di prove" sui materiali da costruzione. Nel caso di prove su acciaio allegare inoltre l'attestato di qualificazione per il controllo del marchio.





Alla C.A. del Direttore del
LABORATORIO PROVE MATERIALI DI:

RICHIESTA DI PROVE MATERIALI (ai sensi della Legge N°1086 del 05/11/1971)
DIRETTORE DEI LAVORI RICHIEDENTE LE PROVE

| Titolo | Cognome Nome | Albo/Collegio e n° iscrizione | Telefono |
|--------|--------------|-------------------------------|----------|
| | | | |

Dati intestazione FATTURA

Ragione Sociale

Indirizzo

CAP - Città

Telefono

Partita IVA

Codice Fiscale

Dati IMPRESA ESECUTRICE DEI LAVORI

Ragione Sociale

Indirizzo

CAP - Città

Telefono

Dati relativi alla COSTRUZIONE

Proprietà

Ubicaz. cantiere

Descriz. opere

Impresa costr.

Denuncia c.a.

PROVA DI ROTTURA PER COMPRESSIONE

| N° provini | Data prelievo | Struttura | Rck N/mm ² | Tipo cemento | Dosaggio Kg/m ³ | Verbale di prelievo |
|------------|---------------|-----------|-----------------------|--------------|----------------------------|---------------------|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

PROVA DI TRAZIONE E PIEGAMENTO (allegare il Certificato della Ferriera)

| N° campioni | Ø diametro | Materiale | Ferriera | Struttura | DDT |
|-------------|------------|-----------|----------|-----------|-----|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

IL DIRETTORE DEI LAVORI
(Timbro e firma)

L'IMPRESA
(Timbro e firma)

Spazio riservato al Laboratorio

N° verbale

Data

N° Certificato/i

Il Direttore



SI RINGRAZIANO
Per le fotografie

S.AN.CO. S.C.AR.L.
ing. C. Scenini
ing. M. Barco

A CURA DI

ALP
Associazione di Laboratori di Prova Materiali negli Istituti Tecnici

PROGETTO
GRAFICO

One'Off | Como |

