



Ordine degli Ingegneri della Provincia di Agrigento



*Pubblichiamo il testo della L.R. 4/96 coordinata con la L.R. 22/26
ed anche la L. 46/90 ed il Regolamento di attuazione*

Il controllo di qualità nell'ingegneria civile

di VINCENZO VENTURI

Premessa

L'apertura dei mercati, la libera circolazione di merci e tecnologie, l'emanazione di direttive comunitarie, il recepimento delle stesse da parte degli Stati Membri della CEE, la conseguente armonizzazione di norme e procedure di controllo, la sempre maggiore richiesta di qualità, la necessità di accertare la conformità delle opere ai requisiti prestazionali previsti, rendono necessaria fra gli operatori, *amministrazioni, professionisti, imprese, società di controllo*, una riflessione che esca fuori dai ristretti ambiti dei seminari specialistici consumati fra addetti ai lavori e raggiunga la generalità di quanti operano in tale settore.

Il presente contributo si propone di offrire alcuni spunti di riflessione, generali e sostanziali, relativi al "controllo di qualità" con particolare riferimento alla normativa vigente, [Legge 5.11.71 - n. 1086, Legge 2.2.74 n. 64, Legge 4.8.84 n. 464, D.M. 20.11.87], al recepimento della Direttiva Comunitaria CEE 89/106, alla recente entrata in vigore, [1 gennaio 1995] del D.P.R. 22.04.94.

Norme cogenti, norme tecniche e sistema di qualità

E' importante, quale necessaria premessa, fornire una rapida descrizione del significato e dell'importanza della normativa tecnica.

La progettazione e costruzione di strutture portanti, in acciaio, c.c.a. e c.c.a.p., è ormai definita da un corpus normativo articolato e pressoché completo.

Può essere suddiviso in:

- *norme cogenti*: leggi e decreti, emanati dallo Stato, che si propongono di assicurare la pubblica incolumità. In sintesi, forniscono le prescrizioni da rispettare nelle varie fasi del processo costruttivo, *progettazione, esecuzione, collaudo*.
- *norme tecniche*: vengono emanate dall'Ente Nazionale di Normazione Industriale (U.N.I.), dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (C.N.R.) e da altri istituti nazionali, italiani ed esteri. Sono di tipo volontario ed hanno valore di prescrizione solo se espressamente accettate dalle parti o citate nella Normativa cogente. Riguardano la definizione dei: *requisiti tecnologici dei materiali, delle caratteristiche di prodotto, delle metodiche di prova, dei modelli di calcolo*.

L'importanza delle norme tecniche è quindi fondamentale nella gestione del processo costruttivo, in quanto costituisce lo strumento operativo che la Committente

Tab. 1a - Controlli sui materiali: prove richieste dal D.M. 14 febbraio 1992, ora D.M. 12 febbraio 96, ; riferimenti normativi; frequenza e campionatura minima

MATERIALE	PROVE RICHIESTE	RIFERIMENTO NORMATIVO	FREQUENZA DI CAMPIONAMENTO	CAMPIONATURA MINIMA
CALCESTRUZZO	Fresco: - Lavorabilità. Indurito: - Compressione - Massa volumica	UNI 9417 - UNI 9418 - UNI 9858 UNI 6127 - UNI 6130/1.2 - UNI 6132 UNI 6394	3-4 volte al giorno ogni 100 m3 o ogni giorno di getto	1 2 cubi (15x15x15 cm) con un minimo di 6
ACCIAIO: BARRE A.M.	- Rilievo del marchio - Trazione - Piegatura - Duttibilità - Saldabilità (se necessaria)	UNI EN 10002/1 UNI 564 UNI 6407	ogni fornitura, circa 20 t	3 barre lunghe 120 cm per ogni diametro. 3 3 3
ACCIAIO: RETE ELETTRISALDATA	- Rilievo del marchio - Trazione - Distacco della saldatura - Saldabilità	UNI 8927 UNI 10002/1	ogni fornitura, circa 20 t	3 spezzoni per ogni diametro 3 3
ACCIAIO: CARPENTERIA METALLICA	- Rilievo del marchio - Trazione - Piegatura - Resilienza - Saldabilità	UNI EN 10002/1 UNI 564 UNI EN 10045/1 UNI 4714	ogni fornitura, circa 20 t	1 spezzone per ogni profilato o lamiera 1 3 1

possiede nei confronti dell'Impresa per la verifica dei requisiti prestazionali richiesti, ed a cui l'Impresa può ricorrere per garantire, mediante l'adozione di un "sistema di qualità" e di procedure di "controllo interno" (autocontrollo), la "produzione in garanzia di qualità".

A tale riguardo, di particolare rilievo è il recepimento, con D.P.R. del 21.04.93 n° 246, della Direttiva Comunitaria CEE 89/106 che stabilisce, attraverso il relativo regolamento di attuazione, il raggiungimento nelle costruzioni di uno o più requisiti essenziali.

Tali requisiti essenziali sono sintetizzati nel seguito:

1 - Resistenza meccanica e stabilità:

"Per soddisfare questa esigenza l'opera deve essere concepita e costruita in modo da sopportare i carichi prevedibili senza dar luogo a crollo totale o parziale, deformazioni inammissibili, deterioramenti di sue parti o degli impianti fissi, danneggiamenti anche conseguenti ad eventi accidentali comunque prevedibili".

2 - Sicurezza in caso di incendio:

Per soddisfare questa esigenza l'opera deve essere concepita e costruita in modo da garantire in caso di incendio:

- a stabilità degli elementi portanti per un tempo utile ad assicurare il soccorso degli occupanti;
 - la limitata propagazione del fuoco e dei fumi, anche riguardo alle opere vicine;
 - a possibilità che gli occupanti lascino l'opera indenni o che siano soccorsi in altro modo;
- la possibilità per le squadre di soccorso di operare in condizioni di sicurezza".

3 - Igiene, salute ed ambiente:

"Per soddisfare questa esigenza l'opera deve essere concepita e costruita in modo da non costituire una minaccia per l'igiene e la salute degli occupanti o dei vicini, causata, in particolare, dalla formazione di gas nocivi, dalla presenza nell'aria di particelle o di gas pericolosi, dall'emissione di

segue a pagina 7

radiazioni pericolose, dall'inquinamento o dalla contaminazione dell'acqua o del suolo, da difetti di evacuazioni delle acque, dai fiumi e dai residui solidi o liquidi e dalla formazioni di umidità in parti o sulle superfici interne dell'opera".

4 - Sicurezza di utilizzazione:

Per soddisfare questa esigenza l'opera deve essere concepita e costruita in modo tale che la sua utilizzazione o il suo funzionamento non presentino dei rischi inaccettabili di incidenti come scivolamenti, cadute, colpi, bruciature, scariche elettriche, fermenti a seguito di esplosioni ed altri prevedibili danneggiamenti alle persone che la occupano o che si trovano nelle sue prossimità".

5 - Protezione contro il rumore:

"Per soddisfare questa esigenza l'opera deve essere concepita e costruita in modo tale che il rumore percepito dagli occupanti o da persone trovanti in sua prossimità sia mantenuto a livelli che non presentino minaccia per la loro salute e che non permetta loro di dormire, di riposarsi e di lavorare in condizioni soddisfacenti".

I controlli sui materiali: generalità

La legge 5.11.71, n° 1086 tramite il D.M. 14.02.92 prescrive il controllo, indicando il tipo di prova, le quantità minime di campioni, la frequenza e le modalità del prelievo, per i seguenti materiali: calcestruzzi, acciaio in barre, reti elettrosaldate, carpenteria metallica.

La legge 2.2.74, n° 64 mediante il D.M. 14.01.86 prescrive il controllo su: mura-ture, blocchi, pietre e tufi

Il D.M. 20.11.87 prescrive il controllo su: elementi artificiali per murature, blocchi e laterizi; elementi naturali per mura-ture, pietre e tufi.

"Nel programmare i controlli di accet-tazione sovente il Direttore dei Lavori ricorre a quella riserva di sicurezza che il calcestruzzo possiede e che nessuno ha ancora fortunatamente ritenuto opportuno determinare".

Così strutture, vistosamente non conformi e malamente eseguite, resistono, e fra lo stupore e l'ammirazione generale "restano in piedi".

Non per questo si deve però essere inco-raggiati a confidare in tale "riserva di sicu-rezza", infatti come è stato anticipato le norme cogenti costituiscono un rigoroso sistema di controllo, che il D.L. deve rispet-tare, per garantire la pubblica incolumità. Il mancato rispetto di tali norme può infatti produrre risultati devastanti (Gibellina, Lione).

Il D.P.R. n° 425 definisce per il Collau-datore una maggiore responsabilità e, con-sentendogli di prendere parte all'esecu-zione dell'opera fin dalla denuncia dei

Tab. 1b - Controlli sui materiali: prove richieste dal D.M. 14 febbraio 1992, ora D.M. 12 febbraio 96; riferimenti normativi; frequenza e campionatura minima

MATERIALE	PROVE RICHIESTE	RIFERIMENTO NORMATIVO	FREQUENZA DI CAMPIONAMENTO	CAMPIONATURA MINIMA	
	Vite:	- Rilievo del marchio - Dimensioni e tolleranze - Trazione verticale - Trazione con appoggio a cuneo - Taglio o rescissione - Tenacità - Tenore di zincatura (se zincato)	UNI 3740/9 UNI EN 20898 UNI EN 20898 UNI EN 20898 UNI 4007	Per ogni fornitura di 500 pezzi 1200 pezzi 38000 pezzi sup. a 38000 pezzi	32 50 80 125
ACCIAIO: BULLONERIA	Dado:	- Rilievo del marchio - Dimensioni e tolleranze - Carico - Durezza - Allargamento - Tenore di zincatura (se zincato)	UNI 3740/9 UNI 3740/4 UNI 3740/4 UNI 3740/4 UNI 4007	Per ogni fornitura di 500 pezzi 1200 pezzi 38000 pezzi sup. a 38000 pezzi	32 50 80 125
	Bullone:	- Strappamento	UNI 3740/6	Per ogni fornitura di 500 pezzi 1200 pezzi 38000 pezzi sup. a 38000 pezzi	32 50 80 125

lavori, propone una figura professionale più prossima a quella a cui un ingegnere è culturalmente preparato.

Sistema di qualità: Relativamente alla qualità si può sinteticamente affermare che la CEE ha scelto di utilizzare le strutture già esistenti negli Stati Membri e rispondenti a criteri obiettivi di: *serietà, capacità, indipendenza*, che sono quelli stabiliti nelle apposite norme *ISO/UNI* (UNI 70001 e segg; UNI EN 45001 e segg; UNI EN 29001 e segg; ISO 1001 e segg).

Tramite l'istituto del "riconoscimento reciproco" ogni struttura nazionale attesta la correttezza dell'operato delle corrispon-denti strutture degli Stati Membri.

A questo punto la qualità di un prodotto, certificato da un sistema nazionale tramite l'apposizione sul prodotto del marchio di conformità europeo CE, è garantito auto-maticamente in tutti i Paesi Membri.

In breve, riepiloghiamo le figure indis-pensabili per la certificazione di qualità, riportate alla situazione italiana:

- la *UNI* (Ente Nazionale di Normazione Industriale) emana le norme tecniche armonizzate o recepisce le norme euro-pee;
- il *SINAL* (Sistema Nazionale di Accredi-tamento Laboratori) accredita i labora-tori, privati e pubblici, li abilita cioè ad eseguire sui prodotti le necessarie prove di conformità alle specifiche norme tecniche;
- il *SINCERT* (Sistema Nazionale di Certifi-cazione) accredita agli organismi di cer-tificazione, abilita cioè apposite strut-ture ad assicurare la conformità dei pro-dotti e dei sistemi aziendali di qualità alle norme specifiche;

- il *SIT* (Sistema Nazionale di Taratura) ha il compito di assicurare l'idoneità degli strumenti di misure impiegati.

Controlli sul calcestruzzo

Nell'ambito degli strumenti operativi di controllo sulle strutture in conglomerato cementizio armato il D.M. 14.02.92 ha introdotto due modifiche di particolare rilievo:

- il *recepimento*, con riferimento al calce-struzzo, delle norme tecniche, volonta-rie, UNI 9858 ed UNI 8520;
- la *prescrizione di qualificazione all'ori-gine*, per tutti gli acciai.

La UNI 9858 concorda sostanzialmente con la UNI EN 206 e definisce requisiti, metodi di produzione e posa in opera, cri-teri di conformità del calcestruzzo.

La UNI 8520 classifica e definisce gli aggregati per il confezionamento dei con-glomerati cementizi, fissa i limiti di accettazione, descrive le metodiche di prova.

Con riferimento alle prescrizioni ripor-tate nelle citate norme tecniche e per assicu-rare la qualità e la conformità di un opera il *D.L.* è tenuto a richiedere all'impianto di produzione il "certificato di qualità" degli inerti con data non anteriore a 2 anni; per opere pubbliche di una certa importanza è invece indispensabile procedere ad una qualifica dei componenti della miscela impiegata, aggregati, cemento, acqua, addi-tivi, ed alla verifica della miscela (*mix-design*).

segue a pagina 8 →



Tab. 1c - Controlli sui materiali: prove richieste D.M. 14 febbraio 1992, ora D.M. 12 febbraio 96 riferimenti normativi; frequenza e campionatura minima

MATERIALE	PROVE RICHIESTE	RIFERIMENTO NORMATIVO	FREQUENZA DI CAMPIONAMENTO	CAMPIONATURA MINIMA
ACCIAIO PER C.A.P.: TREFOLI, CAVI, BARRE	- Trazione con determinazione dei seguenti parametri caratteristici	UNI 7676 - UNI 3171	ogni fornitura	10 campioni lunghi 100 cm
	f_{yk} : Tensione di rottura			10
	f_{yk} : Carico di snervamento			2
	$f_{yk,0.2}$: Carico limite allo 0.2%			10
	$f_{yk,0.1}$: Carico limite allo 0.1%			10
	$f_{yk,1}$: Tensione all'1% sotto carico			10
	E_s : Modulo elastico apparente			2
	ϵ : Allungamento e rottura			10

Qualifica dell'impianto e controlli preliminari

Secondo le istruzioni della UNI 9858 è possibile progettare, in funzione delle classi di esposizione, calcestruzzi durabili.

Qualificato l'impianto di produzione ed individuate le classi di resistenza necessarie, tramite il valore di resistenza caratteristica R_{ck} , il D.L. deve procedere al controllo di accettazione durante l'esecuzione delle opere mediante il prelievo di un numero congruo di campioni di calcestruzzo.

Il Collaudatore deve accertare la congruità di tale numero e la effettiva rappresentatività dei campioni.

L'allegato 2 del D.M. 12.02.96, che nulla ha variato rispetto al precedente D.M. 14.02.92, prevede il prelievo di due provini di calcestruzzo ogni 100 m³ di getto, con l'obbligo del prelievo giornaliero, ed il minimo di 3 prelievi da 2 cubetti. Per esemplificare: in una costruzione di civile abitazione composta da: n piani; $(n+1)$ pilastre; copertura e fondazioni sarà necessario confezionare: $[n+(n+1)+1+1] = (2n+3)$ serie di due campioni, se l'edificio ha 3 piani si avrà: $2 \cdot 3 + 3 = 9$ serie e quindi 18 cubetti.

Una deroga, al prelievo giornaliero, è prevista per getti di cubatura inferiore a complessivi 100 m³, fermo restando l'obbligo del minimo di 3 serie di 2 cubetti.

Per produzioni fino a 1500 m³, massimo 15 serie, si esegue il controllo di "tipo A"; oltre i 15 prelievi si può procedere al controllo statistico mediante il controllo "tipo B".

- controllo tipo A:

$$R_m \geq R_{ck} + 3.5 \text{ MPa}; R_l R_{ck} - 3.5 \text{ MPa}$$

- controllo tipo B:

$$R_m R_{ck} + 1.4 \text{ MPa}; R_l R_{ck} - 3.5 \text{ MPa}$$

Controlli su acciaio - barre a.m.

Il D.M. 14.02.92, ora D.M. 12.02.96, ha imposto l'impiego nelle costruzioni di acciaio qualificato all'origine. I certificati di qualità prodotti dalla ferriera consentono di accertare l'effettiva iscrizione all'albo dei produttori di acciaio qualificato, tali certificati hanno validità trimestrale, eccezionalmente semestrale, scaduto tale termine è necessaria la riquifica di tale materiale.

Il controllo in cantiere, *obbligatorio*, deve contenere il *rilevamento del marchio*, che dovrà risultare depositato presso il Ministero dei LL.PP. Servizio Tecnico Centrale e pubblicato sull'apposito Albo, la determinazione della *resistenza allo snervamento*, della *resistenza a rottura* e dell'*allungamento percentuale* (prova di trazione), la *verifica della lavorabilità* delle barre (prova di piega - duttilità), la *verifica dell'aderenza*, e, dove previsto, la *verifica della saldabilità* (prove chimiche). Le quantità minime prescritte nel D.M.

14.02.92, ora D.M. 12.02.96, si riferiscono ad ogni fornitura consegnata in cantiere ed ogni fornitura comporta il prelievo di 3 barre per ogni diametro.

Esemplificando: se in un cantiere l'acciaio viene consegnato in n riprese, i diametri impiegati sono m si dovranno prelevare $3 m \cdot n$ barre di lunghezza minima 120 cm.

Se le forniture sono due, e i diametri impiegati tre si avrà: $3 \cdot 3 \cdot 2 = 18$ barre.

Controlli su acciaio - Reti elettrosaldate

Il controllo in cantiere, *obbligatorio*, comporta il *rilevamento del marchio*, che dovrà risultare depositato presso il Ministero dei LL.PP. Servizio Tecnico Centrale e pubblicato sull'apposito Albo, la determinazione della *resistenza allo snervamento*, della *resistenza a rottura* e dell'*allungamento percentuale* (prova di trazione), il *distacco del nodo* (prova di trazione sulla maglia) e, dove previsto, la *verifica della saldabilità* (prove chimiche). Le quantità minime prescritte D.M. 14.02.92, ora D.M. 12.02.96, si riferiscono ad ogni fornitura consegnata in cantiere ed ogni fornitura comporta il prelievo di 3 campioni di rete con uguali caratteristiche.

Controlli su acciaio per costruzioni in carpenteria metallica

Il controllo dei materiali, nel caso delle costruzioni in carpenteria metallica, è stato ed è attualmente disatteso in maniera sistematica in conseguenza di una erronea e superficiale interpretazione del concetto di materiale qualificato all'origine, procedura alla quale i produttori di carpenteria metallica (*profilati e bulloneria*) sono certamente avvezzi, in quanto da più tempo obbligati a produrre materiali in controllo di qualità.

Tale caratteristica tuttavia non esime il D.L. dal procedere all'esecuzione del controllo di accettazione in cantiere. Infatti spesso accade che il circuito di vendita non coincida con la certificazione di qualità del prodotto impiegato.

Il controllo di accettazione in cantiere è pertanto *obbligatorio* e comporta il *rileva-*

mento del marchio, che dovrà risultare depositato presso il Ministero dei LL.PP. Servizio Tecnico Centrale e pubblicato sull'apposito Albo, la determinazione della *resistenza allo snervamento*, della *resistenza a rottura* e dell'*allungamento percentuale* (prova di trazione), della *resistenza all'urto* (prova di resilienza), e la *verifica della saldabilità* (prove chimiche).

Le quantità minime sono: un campione per la prova di trazione, un campione per la prova di piega, un campione per le prove chimiche, tre campioni per la prova di resilienza; tale campionamento va eseguito per ogni fornitura non eccedente le 20 t e per ogni tipo di profilato. Per i bulloni si procede in maniera analoga, per il campionamento si fa riferimento alla norma UNI 3740/8 che prevede un campionamento di 32 pezzi (vite + dado) per una fornitura non eccedente i 500 pezzi; 50 pezzi (vite + dado) per una fornitura non eccedente i 1200 pezzi; 80 pezzi (vite + dado) per una fornitura non eccedente i 38000 pezzi; 125 pezzi (vite + dado) per una fornitura eccedente i 38000 pezzi.

Le [tabb.1a, 1b, 1c] sintetizzano, per i materiali trattati nei precedenti paragrafi, il tipo di prove, la normativa di riferimento e la frequenza richiesta.

Controlli su elementi resistenti, naturali ed artificiali, per murature

E' richiesta la prova di compressione su una serie di tre elementi per ogni fornitura, salvo quanto previsto per le zone sismiche, D.M. 24.01.86, che ne richiede dieci per elementi pieni e dieci per elementi semi pieni.

Il D.M. 20.11.87 relativo alla progettazione e realizzazione di costruzioni in murature prevede l'esecuzione di prove di compressione su muretti; la verifica della malta; la verifica a compressione degli elementi resistenti.

Conclusioni

Avendo premesso che quanto fin qui descritto vuole essere lo spunto per un dibattito, che auspico vivace ed articolato, concluderei semplicemente con l'augurio che di controlli e di qualità si continui a parlare.