

Presidente Istruttore

Dott. Carmelo Copani

TRIBUNALE

DI COSENZA

Oggetto: relazione di perizia di parte per le controdeduzioni alla relazione del CTU ad oggetto ACCERTAMENTO TECNICO PREVENTIVO, inerente la causa civile n°1346/95 vertente tra Filice Bernardino contro Società Covello e Forte

Premessa

In qualità di perito di parte nominato dal sig. Covello Giuseppe, amministratore della società Covello e Forte nella causa civile in oggetto, *il sottoscritto Ing. Giuseppe Infusini*, con studio tecnico in Rende, C.da Isoletta, *avendo assistito alle operazioni peritali del C.T.U.* iniziate in data 31.01.1996, in base allo studio degli atti di causa e della relazione presentata dal C.T.U. ing. Antonio Fabiano, nominato in data 10.01.96,  *rassegno la seguente relazione di perizia di parte, redatta facendo propri i quesiti formulati dall'III.mo Signor Giudice al C.T.U. stesso.* Considerata l'impossibilità pratica, allo stato attuale, di eseguire ulteriori accertamenti sul calcestruzzo del fabbricato di proprietà del sig. Filice, dopo aver preso attenta visione dell'elaborato redatto dal C.T.U., il sottoscritto ritiene di dover far rilevare, all'III.mo Sig. Giudice, delle manchevolezze ed inesattezze contenute nelle risposte in ordine ai quesiti formulati. *Di seguito si riportano tali osservazioni puntualmente per ogni quesito.*

1°) SE IL CALCESTRUZZO USATO PER IL FABBRICATO, SIA PER LE STRUTTURE CHE PER I SOLAI, E' CONFORME A QUANTO DETERMINATO NEL PROGETTO E NEI RELATIVI CALCOLI, ACCERTANDO LO STATO DEI LUOGHI E LA PERICOLOSITA' VERSO TERZI PER L'EVENTUALE CROLLO

A) Il C.T.U. risponde al quesito n°1 tralasciando di riferire alcuni dati necessari a stabilire l'esatto stato dei luoghi nonché le caratteristiche strutturali del fabbricato.

In particolare non viene menzionato:

- l'ubicazione del fabbricato;
- il numero dei piani dello stesso;
- se il C.T.U. abbia visionato i calcoli strutturali del fabbricato
- la data presumibile della posa in opera del calcestruzzo;
- le caratteristiche dimensionali e strutturali del fabbricato;
- il tipo di indagini effettuate da C.T.U..

La mancanza di questi dati non rendono chiara né la situazione dei luoghi né l'entità dell'accertamento stesso.

B) Il C.T.U., inoltre, nulla dice circa il criterio usato per il prelievo delle carote in calcestruzzo, volendo con ciò significare perché abbia scelto, per esempio, di effettuare prelievi nel pilastro 12 del 3° solaio o nella trave 17-18 del primo solaio (supponendo che tali numeri identificativi corrispondano a quelli riportati nei calcoli statici, ma non chiaramente evidenziati nella risposta al quesito). Tale osservazione assume ancor più importanza allorché si legge, in risposta al 5° quesito "...si evidenziano nidi di ghiaia.....". Infatti, un prelievo effettuato nei pressi di tali "nidi", ove il costipamento del calcestruzzo risulta carente, porterebbe ad un valore di resistenza più basso, di un prelievo effettuato in una zona ove il calcestruzzo risulta ben compattato; del resto questa constatazione è evidenziata anche dal C.T.U. in risposta al quesito n°5.

La lettura dei risultati delle prove di resistenza a compressione effettuate sulle carote in calcestruzzo prelevate dalla struttura, effettuate e certificate dal Laboratorio Ufficiale dell'Università della Calabria - Dipartimento di Strutture, riferisce un quadro non omogeneo dei dati.

In particolare il valore  $R_{cil} = 122 \text{ Kg/cm}^2$  relativo alla trave 17-21 del 3° solaio appare molto discosto dagli altri risultati. Questo dato andrebbe letto in funzione del criterio usato per la scelta delle zone individuate per effettuare i prelievi delle carote; ma nessun commento è riportato dal C.T.U. su tale punto.

C) In merito poi alla determinazione della classe del calcestruzzo, risultante dalla valutazione della resistenza in opera del calcestruzzo, le esperienze e gli studi più avanzati suggeriscono l'uso delle seguenti formule (**riportate negli allegati**):

$$1) R_{cub} = \frac{3,25}{1,5 + D} \times R_{car} \quad 2) R_{cub} = \frac{3}{1,5 + D/H} \times R_{car} \quad 3) R_{cub} = 0,83 \times (R_{car})^{1,10}$$

dove:

- $R_{cub}$  è la resistenza a compressione che si sarebbe ottenuta confezionando provini cubici standard al momento del getto;

- $R_{car}$  è la resistenza a compressione ottenuta sulle carote estratte.

- $D$  è il diametro della carota.

- $H$  è l'altezza della carota

La 1) vale per carote prelevate ortogonalmente alla direzione del getto.

La 2) vale per carote prelevate parallelamente alla direzione del getto.

(tratto da "La valutazione della resistenza del calcestruzzo in sito mediante carotaggio" - prof. Ing. Guglielmo Montella - La qualità nel costruire - Atti del convegno nazionale di studi - Settembre 1997).

Le sperimentazioni eseguite, come risulta dagli atti del citato convegno, conducono alle seguenti considerazioni:

a) L'effetto di disturbo, causato dal carotaggio, riduce la resistenza della carota, rispetto a quella del cilindro, del 9%.

b) L'effetto forma produce una diminuzione della resistenza del cilindro, rispetto a quella potenziale del cubetto, pari al 25%.

c) Complessivamente, i due effetti combinati riducono la resistenza della carota, rispetto a quella potenziale del cubetto, del 32%.

Tale risultato è in accordo con la relazione:

$$3) R_{cub} = 0,83 \times (R_{car})^{1,10}$$

Applicando, infatti, tale relazione ai valori di resistenza delle carote in prova, si ottiene per la resistenza potenziale, un coefficiente di riduzione della resistenza pari al 31%.

*Si conclude, pertanto, che per una più realistica stima della resistenza potenziale del cubetto, è opportuno riferirsi alle relazioni 2) o 3).*

Tenendo conto, come asserisce il C.T.U., dell'incremento di resistenza dei campioni prelevati dalla struttura, mediamente pari al 25%, per il mancato processo di maturazione rispetto a provini prelevati durante il getto, adottando al formula 3), si ottengono i seguenti risultati, che si riportano raffrontati con quelli ottenuti dal C.T.U.:

N° $R_{cub}$ (perizia)	$R_{cil}$	$R_{cub}$ (C.T.U.)	$R_p=1,25$ $R_{cub}$ (C.T.U.)	$R_{cub}$ (perizia)	$R_p=1,25 \times$
1 204.6	122	140.7	175.9		163.7
2 323.5	185	201.6	252.0		258.8
3 239.8	141	153.7	192.1		191.9
4 266.2	155	178.8	223.5		213.0
5 306.1	176	203.1	253.9		244.9
6 371.8	210	228.9	286.1		297.5
7 304.2	175	201.9	252.3		243.4
8 306.1	176	203.1	253.9		244.9
9 238.0	140	161.5	201.9		190.4

N.B.: - la simbologia  $R_{cil}$  adottata dal C.T.U. corrisponde alla  $R_{car}$  adottata nella presente perizia  
- i valori di  $R_{cil}$ ,  $R_{cub}$  e  $R_p$  sono espressi in  $Kg/cm^2$

La resistenza media e quella minima calcolate dai valori  $R_p=1,25 R_{cub}$ (perizia) saranno pari, rispettivamente, a:

$$R_m = 284.5 \text{ Kg/cm}^2 \quad (\text{contro } 232.4 \text{ Kg/cm}^2 \text{ del C.T.U.})$$

$$R_1 = 204.6 \text{ Kg/cm}^2 \quad (\text{contro } 175.9 \text{ Kg/cm}^2 \text{ del C.T.U.})$$

Adottando le disequaglianze imposte dalle norme:

$$R_m \geq R_{ck} + 35 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

$$R_1 \geq R_{ck} - 35 \text{ (Kg/cm}^2\text{)} \quad (\text{il C.T.U. erroneamente indica tale parametro ancora con } R_m)$$

essendo  $R_{ck}$  resistenza caratteristica prevista nei calcoli statici (pari a  $250 \text{ Kg/cm}^2$ )

Nel caso specifico si ha:

$$R_m = 284.5 < 285 \text{ Kg/cm}^2$$

$$R_1 = 204.6 < 215 \text{ Kg/cm}^2$$

Questi risultati, secondo le norme tecniche vigenti (D.M. 9.01.1996 - parte V: controlli sul conglomerato) fanno classificare il conglomerato cementizio come calcestruzzo di classe  $R_{ck} = 200 \text{ Kg/cm}^2$  e non classe  $R_{ck} = 150 \text{ Kg/cm}^2$  come conclude il C.T.U.

**Questo risultato è di fondamentale importanza al fine di stabilire modalità ed entità dell'eventuale consolidamento, dovendosi, in tal caso, far riferimento ad una resistenza del calcestruzzo in opera pari a  $200 \text{ Kg/cm}^2$  e non a  $150 \text{ Kg/cm}^2$ .**

Tutto ciò, ovviamente, comporterà, qualora il ricalcolo della struttura lo richieda, l'adozione di misure di consolidamento tecnicamente meno gravose e meno onerose.

## 2°) SE VI E' CORRISPONDENZA TRA IL DOSAGGIO DEL CALCESTRUZZO COMMISSIONATO E LA RESISTENZA A COMPRESSIONE DI QUELLO POSTO IN OPERA

A) Il C.T.U., in risposta al quesito n°2, correttamente, evidenzia che non può esservi corrispondenza diretta tra il dosaggio del cemento nel calcestruzzo e la sua resistenza a compressione. Anzi rimarca che usualmente si commissiona il calcestruzzo "a resistenza", secondo quanto previsto nei calcoli strutturali, in modo che sia a carico della ditta fornitrice far sì che tutti gli elementi componenti l'impasto siano dosati opportunamente al fine di raggiungere la resistenza commissionata.

In definitiva, commissionare un impasto a quintali 3,00 di cemento per mc non significa assolutamente ottenere di sicuro una resistenza a compressione del calcestruzzo indurito pari a  $300 \text{ Kg/cm}^2$  o  $250 \text{ Kg/cm}^2$ .

Sul risultato della resistenza, infatti incidono:

-il rapporto acqua /cemento

-una corretta distribuzione granulometrica degli inerti (misto granulometrico) ossia la preparazione dei vari componenti (pietrischetto, graniglia e sabbia) in percentuali e di diametro tali da corrispondere a quelli di una determinata e fissata curva di riferimento (comunemente si adotta la curva di Fuller)

-la pulizia degli inerti

-la qualità dell'acqua

**B) L'impossibilità pratica di determinare la quantità di cemento nel calcestruzzo in opera, evidenziata dal C.T.U. per mancanza dei campioni originali (norme UNI 6505 - 73), di fatto rende vano il contenzioso aperto dal sig. Filice.**

Infatti il sig. Filice ha avviato causa alla società Covello e Forte, sul presupposto che il dosaggio richiesto per la fornitura del calcestruzzo (a q.li 3.00 di cemento per mc di impasto) non aveva fornito la resistenza di  $250 \text{ Kg/cm}^2$ . Invero, la società Covello e Forte nulla sapeva circa la resistenza che il calcestruzzo avrebbe dovuto dare, proprio perchè gli è stata commissionata una fornitura di impasto "a dosaggio" di diversa entità, alcune anche inferiori ai 3,00 q.li di cemento per mc di impasto.

## 3°) SE IL CALCESTRUZZO DEL FABBRICATO DEL FILICE PRESENTA EFFETTI DERIVANTI DAL FENOMENO DEL RITIRO DEL CALCESTRUZZO MEDESIMO E SE TALI EFFETTI SIANO IMPUTABILI AD UN ECCESSIVO RAPPORTO ACQUA/CEMENTO

E' noto che per migliorare la lavorabilità del calcestruzzo, o per ritardarne la presa, il metodo più semplice, ma non il più ortodosso, è quello di aumentare il rapporto acqua/cemento. Questo succede spesso quando, in eventuale attesa per il getto, viene aggiunta dell'acqua all'impasto nella betoniera. All'aumentare del rapporto acqua/cemento consegue, come è noto, un abbassamento della resistenza, abbassamento tanto più forte quanto più alto risulta il rapporto acqua /cemento.

Nella quasi generalità dei casi, le carenze delle prestazioni del calcestruzzo sono dovute proprio all'abbondanza di acqua, la quale "generosamente" viene aggiunta durante l'impasto perché questo diventi fluido e possa quindi essere posto in opera rapidamente risparmiando in tempo ed in denaro (assestamento mediante vibrazione alimentata da energia elettrica).

Un aumento de rapporto acqua/cemento, influenza il fenomeno del "ritiro", con conseguenti deformazioni, spaccature e fessurazioni. Tali fenomeni, sono però più evidenti in elementi di piccolo spessore e sono influenzati anche dalle condizioni atmosferiche (il ritiro aumenta all'aumentare della temperatura).

A)Il C.T.U. conclude troppo rapidamente la risposta al 3° e 4° quesito senza avanzare alcuna considerazione circa indagini e valutazioni particolari.

La conoscenza della data presumibile della posa in opera del calcestruzzo, già richiamata dal sottoscritto nelle osservazioni al primo quesito, accertando se trattavasi di periodi più o meno caldi, avrebbe potuto fornire ulteriori elementi per circostanziare la sua risposta del C.T.U..

#### 4°)SE IL CONGLOMERATO PRESENTA ALTERAZIONI DOVUTE A CAUSE FISICHE

In risposta a questo quesito valgono le stesse considerazioni fornite a quello precedente.

#### 5°)SE IL CALCESTRUZZO DEL FABBRICATO DEL FILICE SIA STATO ADEGUATAMENTE COSTIPATO NELLA FASE DI POSA IN OPERA

A) Il C.T.U., in risposta a questo quesito, dopo aver correttamente effettuato valutazioni e considerazioni sulla densità media delle carote prelevate, pone in evidenza la presenza di "nidi di ghiaia" in alcuni elementi strutturali, in parte dovuti ad una scarsa compattazione del calcestruzzo durante il getto. ed in parte all'uso non corretto dei pannelli costituenti i casseri.

Questa "cattiva posa in opera" ha causato fuoriuscita di sabbia e cemento nelle zone interessate.

B)Il C.T.U., nella sua relazione, non dice, però, quali conseguenze può causare una perdita di inerte o di cemento nell'elemento strutturale. Si intuisce chiaramente che nell'intorno della zona interessata sicuramente c'è un calo di resistenza del calcestruzzo, ma non sappiano valutarne l'entità. Ed allora torna utile adottare "un criterio di prelievo" per la scelta dei siti da cui prelevare le carote, criterio già richiamato dal sottoscritto ma non evidenziato dal C.T.U.

Con queste considerazioni appare troppo semplicistica la conclusione a cui perviene il C.T.U. in risposta a questo quesito.

Quanto sopra ad espletamento dell'incarico conferitomi.

IL PERITO DI PARTE

Rende, li 05.02.1999

(Ing. Giuseppe Infusini)

Allegati:

-copia di Atti del Convegno: La Qualità nel Costruire  
Settembre 1997 - Convegno nazionale di studi

### **PRETURA DI COSENZA**

Verbale di asseverazione perizia

L'anno 1999 addì 5 Febbraio avanti il sottoscritto Cancelliere è comparso l'Ing. Giuseppe Infusini il quale chiede di asseverare con giuramento la perizia che precede. All'uopo, ammonito come per legge, presta giuramento pronunciando la formula "Giuro di avere bene e fedelmente adempiuto l'incarico

affidatomi, al solo scopo di far conoscere ai giudici la verità".

IL

CANCELLIERE

IL PERITO

(Ing. Giuseppe Infusini)