

Genova, li 19/10/2011
Ns. prot. 3133

Al Signor
SINDACO del
COMUNE DI COGOLETO
Via Rati, 64
16016 Cogoleto GE

Oggetto: Indagine strutturale sull'immobile sito in Via Pratozanino civ. 75 a Cogoleto
Consegna relazione di perizia tecnica.

Rifer.to: Disciplinare d'incarico Reg. n. 27 del 24.05.2011
(determinazione LL.PP. n. 594 del 17.05.2011).

Mi prego trasmetterLe, unitamente alla presente, la relazione tecnica relativa a quanto in oggetto, redatta dal sottoscritto in ottemperanza al disciplinare sopra citato.

A disposizione per eventuali maggiori delucidazioni in merito, porgo
rispettosi ossequi.

FIRMATO

Dott. Ing. Luigi Pittaluga

Genova, li 20 Luglio 2011

Spett. COMUNE di COGOLETO
Via Rati, 64
16016 Cogoleto GE

Oggetto:

Disciplinare d'incarico Reg n. 27 del 24.05.2011 (Determinazione LL.PP. n. 594 del 17.05.2011. "Affidamento incarico professionale per indagine strutturale condizioni immobile sito in Via Pratozanino n. 75 a Cogoleto" al ns. dott.ing. Luigi Pittaluga.

RELAZIONE TECNICA SULLA BASE DEI RISULTATI OTTENUTI

CAPITOLO I

VALUTAZIONI IN MERITO ALLA QUALITA' DEI MATERIALI IMPIEGATI NELLA COSTRUZIONE DELLA STRUTTURA PORTANTE IN CALCESTRUZZO ARMATO

In ottemperanza all'incarico ricevuto, come in oggetto specificato, ho affidato alla ditta specializzata di mia fiducia 4EMME SERVICE S.p.A. con sede in Bolzano, la esecuzione di prove sul calcestruzzo delle strutture a sostegno dell'edificio contraddistinto con il n. civ. 75 di Via Pratozanino in Cogoleto (GE) di Vs. proprietà.

Le tipologie di prove sono state le seguenti:

Prove di "Pull-out"

Prove "Sclerometriche"

Prove mediante "Ultrasuoni"

Prove in laboratorio su "Carote" estratte in sito.

Il resoconto delle prove eseguite rilasciato dalla 4EMME viene allegato alla presente relazione.

Le prove di rottura sulle carote sono quelle significative in quanto forniscono direttamente un valore del carico di rottura che, adeguatamente corretto con coefficienti tratti dalla letteratura scientifica consolidata, forniscono il corrispondente carico di rottura cubico del singolo provino.

Le altre tipologie di prove, laddove eseguite anche in corrispondenza del prelievo di carote, consentono di individuare la relazione numerica fra i valori ottenuti da esse e quelli ottenuti dalla rottura delle carote; in tal modo se si volessero estendere le indagini ad altri punti dell'opera in esame si potrebbe procedere con tali indagini poco o per nulla invasive, ricavando da esse gli equivalenti valori di rottura.

Metodologia di interpretazione dei Dati e Verifica

I risultati scaturiti dalle prove di carotatura andranno opportunamente corretti mediante la seguente espressione (MASI 2005); secondo tale metodo, si ha che:

$$f_{cilindrica_corretta} = (C_{h/D} * C_{dia} * C_a * C_d) * f_{carota} = F_{correzione} * f_{carota}$$

definendo fattore di correzione il seguente prodotto:

$$F_{correzione} = (C_{h/D} * C_{dia} * C_a * C_d)$$

dove:

$C_{h/D}$ tiene conto del rapporto h/D diverso da 2: $C_{h/D} = 2/(1,5+D/h)$

C_{dia} tiene conto del diametro della carota e va determinato mediante interpolazione lineare considerando che:

$$\phi = 50\text{mm} \rightarrow C_{dia} = 1,06$$

$$\phi = 100\text{mm} \rightarrow C_{dia} = 1,00$$

$$\phi = 150\text{mm} \rightarrow C_{dia} = 0,98$$

C_a tiene conto della presenza di barre d'armatura nella carota (assenza di barre $\rightarrow C_a = 1$)

C_d tiene conto del rimaneggiamento e il danneggiamento del provino durante l'estrazione della carota stessa; il suo valore varia in funzione dei vari testi di letteratura e le varie norme considerate; può avere un valore costante pari a 1,06 o 1,10 (estrema cautela nella conduzione della prova) oppure può assumere il valore 1,10 o 1,20 a seconda della resistenza della carota ottenuta in sede di prova (considerato il fatto che al calare della resistenza del calcestruzzo aumenta il danneggiamento della carota si ha che: per $f_{carota} < 20 \text{ MPa} \rightarrow C_d = 1,10$ mentre per $f_{carota} > 20 \text{ MPa} \rightarrow C_d = 1,20$)

Per passare infine dalla resistenza cilindrica alla resistenza cubica, il risultato finale verrà diviso per 0,83; quindi la resistenza cubica del calcestruzzo si ottiene dalla seguente espressione:

$$R_{cubica_carota} = f_{carota} * F_{correzione} / 0,83$$

Infine si effettua il confronto tra la resistenza media cubica in opera e la resistenza media cubica di progetto; il controllo di accettazione risulta verificato se accade che la resistenza cubica media in sito risulta maggiore della resistenza cubica media di progetto.

Prove Di Carotatura (ditta 4M)

Ci si riferisce alla tabella riassuntiva relativa alle risultanze delle prove di carotaggio eseguite a campioni su alcuni elementi della struttura portante dell'edificio dalla ditta "4 EMME"; la si riporta di seguito, integrando le opportune correzioni indicate al precedente paragrafo per ottenere la reale resistenza cubica di ogni singola carota:

<i>prova</i>	<i>f_{carota}</i>	<i>h/D (≡D/h)</i>	<i>D</i>	<i>C_{h/D}</i>	<i>C_{dia}</i>	<i>C_a</i>	<i>C_d</i>	<i>F_{correzione}</i>	<i>F_{cilindrica > cubica}</i>	<i>R_{cubica corretta}</i>	
C1	17,00	1	90	0,800	1,028	1	1,2	0,987	0,83	20,21	N/mm ²
C2	15,00	1		0,800	1,028	1	1,2	0,987		17,84	N/mm ²
C3	17,00	1		0,800	1,028	1	1,2	0,987		20,21	N/mm ²
C4	13,00	1		0,800	1,028	1	1,2	0,987		15,46	N/mm ²
C5	20,00	1		0,800	1,028	1	1,1	0,905		21,80	N/mm ²
C6	19,00	1		0,800	1,028	1	1,2	0,987		22,59	N/mm ²

Effettuando la media si ottiene: $R_{cm} = 19,68 \text{ N/mm}^2 = 196,8 \text{ kg/cm}^2$

Resistenza Minima Richiesta al Conglomerato alla data di costruzione dell'edificio (ante 5/11/1971)

La data di costruzione dell'edificio è incerta, ma si stima sia compresa tra il 1939 e il 1971; in corrispondenza di queste due date sono stati emanati i seguenti due decreti:

□ Regio Decreto n°2229 del 16/11/1939

secondo il quale, all'articolo 13 e 16, si esplicita il valore della resistenza cubica media minima che deve possedere il calcestruzzo necessario alla realizzazione dell'opera; si riportano integralmente gli articoli:

art.13:

La resistenza cubica del conglomerato a pressione si determina sulla serie di 4 cubi di 16 cm. di spigolo. Quando il conglomerato sia confezionato con ghiaia o pietrisco con elementi di dimensioni superiori a 3 cm., i cubi devono avere lo spigolo di cm. 20. I detti cubi sono confezionati nel cantiere entro forme metalliche facilmente smontabili, prelevando il conglomerato necessario dallo stesso impasto, all'atto del getto nelle casseforme. Il conglomerato viene messo nelle forme in tre strati, pressoché di uguale spessore, e costipato a mano con l'aiuto di un tondino di ferro di cm. 1 di diametro lungo cm. 30, finché l'acqua affiori alla superficie. Di regola dopo 48 ore (dopo 24 ore per i conglomerati di cemento alluminoso) i cubi vengono sformati con le cautele necessarie per evitare qualsiasi danno e lasciati stagionare sotto la sabbia umida al riparo dalle correnti d'aria e dai raggi del sole, a temperatura non inferiore a 10° centigradi. Trascorsi almeno sette giorni (subito dopo la sfornatura per i conglomerati di cemento alluminoso) i cubi accuratamente imballati con segatura di legno od altro e contrassegnati in modo indelebile, devono essere spediti ad un Laboratorio ufficiale, dove sono conservati in ambiente umido a temperatura non inferiore a 10° centigradi. La prova a pressione ha luogo di norma dopo 28 o 60 giorni (salvo le eccezioni per i conglomerati di cemento alluminoso di cui all'ultimo comma dell'art. 16) contati dal momento della preparazione dell'impasto. La compressione deve esercitarsi perpendicolarmente a due facce opposte, che siano state a contatto delle pareti laterali della forma. La prova deve essere condotta in modo che lo sforzo di pressione sulla intera sezione cresca con continuità in ragione di 10 kg/cmq. al secondo. Si assume come resistenza cubica a pressione del conglomerato la media dei 3 risultati maggiori.

art.16:

Il conglomerato prelevato in cantiere dagli impasti impiegati nella esecuzione delle opere deve presentare, a 28 giorni di stagionatura, una resistenza cubica a pressione, sr, 28 almeno tripla del carico di sicurezza sc adottato nei calcoli; tale resistenza non deve però risultare mai inferiore a 120 kg/cm2 per conglomerati di cemento normale, ed a 160 kg/cm2 per conglomerati di cemento ad alta resistenza od alluminoso. Non raggiungendosi a 28 giorni di stagionatura la resistenza richiesta, la prova dev'essere ripetuta a 60 giorni su altri provini cubici prelevati contemporaneamente ai primi. Per i conglomerati di cemento alluminoso la prova può anche essere eseguita a stagionature inferiori a 28 giorni fermo restando però il rapporto minimo suddetto fra la resistenza cubica ed il carico di sicurezza. Qualora nella seconda prova la resistenza prescritta non sia raggiunta, il direttore dei lavori provvede, secondo i casi, alla sospensione dei lavori ed eventualmente al rafforzamento delle opere o alla loro demolizione.

Nel Regio Decreto n°2229 del 16/11/1939 si parla esclusivamente di resistenza media e non di resistenza caratteristica; viene anche indicato il valore della **resistenza cubica media minima** che deve possedere il calcestruzzo per poter risultare idoneo alle realizzazioni strutturali di opere in cemento armato; si ha che:

<u>Resistenza cubica media minima richiesta dalla Norma ante 1971:</u> $R_{cm} = 12 \text{ N/mm}^2 = 120 \text{ kg/cm}^2$
--

A – PRIMA CONSIDERAZIONE

Dai risultati ottenuti sottoponendo a rottura le carote estratte dalla ditta 4EMME da noi incaricata risulta che il valore medio del carico di rottura cubico è superiore a quello minimo prescritto dalla Norma vigente all'epoca di costruzione dell'edificio di Via Pratozanino civ 75 in Cogoleto.

Infatti: $R_{cm \text{ in situ}} = 19,68 \text{ N/mm}^2 > R_{cm \text{ di norma}} = 12 \text{ N/mm}^2$

Prove Di Carotatura (ditta EdilControl)

Ci si riferisce alla tabella riassuntiva relativa alle risultanze delle prove di carotaggio eseguite a campioni su alcuni elementi della struttura portante dell'edificio dalla ditta "EDILCONTROL"; la si riporta di seguito, integrando le opportune correzioni indicate al precedente paragrafo per ottenere la reale resistenza cubica di ogni singola carota:

<i>prova</i>	<i>f_{carota}</i>	<i>h/D</i>	<i>D/h</i>	<i>D</i>	<i>C_{h/D}</i>	<i>C_{dia}</i>	<i>C_a</i>	<i>C_d</i>	<i>F_{correzione}</i>	<i>F_{cilindrica > cubica}</i>	<i>R_{cubica corretta}</i>	
P 01	27,60	0,86	1,16	94	0,751	1,025	1	1,1	0,847	0,83	28,16	N/mm ²
P 02	16,40	1,16	0,86		0,847	1,025	1	1,2	1,041		20,57	N/mm ²
P 03	21,80	1,19	0,84		0,855	1,025	1	1,1	0,963		25,30	N/mm ²
P 04	24,30	1,18	0,85		0,852	1,025	1	1,1	0,960		28,12	N/mm ²
P 05	14,60	1,15	0,87		0,844	1,025	1	1,2	1,038		18,26	N/mm ²
P 06	21,50	0,99	1,01		0,797	1,025	1	1,1	0,898		23,27	N/mm ²
P 07	15,60	1,16	0,86		0,847	1,025	1	1,2	1,041		19,57	N/mm ²
P 08	20,90	1,05	0,95		0,816	1,025	1	1,1	0,919		23,15	N/mm ²
P 10	19,60	1,06	0,94		0,819	1,025	1	1,2	1,007		23,77	N/mm ²
P 11	12,20	1,21	0,83		0,860	1,025	1	1,2	1,057		15,54	N/mm ²
P 12	11,90	1,22	0,82		0,862	1,025	1	1,2	1,060		15,20	N/mm ²
P 13	14,50	1,24	0,81		0,867	1,025	1	1,2	1,066		18,63	N/mm ²
P 14	7,60	1,24	0,81		0,867	1,025	1	1,2	1,066		9,76	N/mm ²
P 15	9,40	1,25	0,8		0,870	1,025	1	1,2	1,069		12,11	N/mm ²
P 16	26,50	0,99	1,01		0,797	1,025	1	1,1	0,898		28,68	N/mm ²
P 17	18,50	0,88	1,14		0,759	1,025	1	1,2	0,933		20,79	N/mm ²

Effettuando la media si ottiene:

$$R_{cm} = 20,68 \text{ N/mm}^2 > 12 \text{ N/mm}^2$$

B – SECONDA CONSIDERAZIONE

I risultati ottenuti dalla ditta EDILCONTROL, incaricata dalla ditta GEFI, circa il valore medio del carico di rottura cubico sono in linea con quelli ottenuti dalla 4EMME da noi incaricata.

Infatti:

$$4EMME \quad R_{cm \text{ in situ}} = 19,68 \text{ N/mm}^2 > R_{cm \text{ di norma}} = 12 \text{ N/mm}^2$$

$$EDILCONTROL \quad R_{cm \text{ in situ}} = 20,68 \text{ N/mm}^2 > R_{cm \text{ di norma}} = 12 \text{ N/mm}^2$$

C – TERZA CONSIDERAZIONE

I risultati ottenuti dalla ditta EDILCONTROL, incaricata dalla ditta GEFI, registrano due valori del carico di rottura delle carote particolarmente bassi (inferiore ai minimi richiesti anche all'epoca della costruzione) ed entrambi al piano 1°:

si consiglia di verificare il calcestruzzo di detto piano con ulteriori controlli non distruttivi (ad es. tipo "sonreb" per i quali ora si dispone del coefficiente di valutazione).

ESAME DEL QUADRO COMPLESSIVO DEI RISULTATI DELLE PROVE

Dal momento che oggi il Comune di Cogoleto dispone di un numero elevato di prove sul calcestruzzo dell'edificio di cui trattasi, riteniamo che sia opportuno e doveroso fare un esame di questo **quadro complessivo che sicuramente consente di trarre valutazioni più significative circa la qualità dei materiali** (almeno per il calcestruzzo).

Prove Distruttive e non Distruttive Effettuate oggi a disposizione del Comune di Cogoleto.

Si riporta di seguito la tabella riassuntiva delle prove condotte e considerate nella presente trattazione ai fini della valutazione della resistenza media del conglomerato.

Sono state effettuate 6 prove di carotatura, 8 prove di Pull-Out e 7 prove Sonreb condotte dalla ditta 4EMME e 16 prove di carotatura condotte dalla ditta EdilControl; di seguito la tabella, con indicazione della denominazione, del tipo e dell'ubicazione della prova:

<i>prova \ livello</i>	<i>P. Fondi</i>	<i>P. Terra</i>	<i>P. Primo</i>	<i>P. Secondo</i>	<i>P. Sottotetto</i>
Carote 4M	C6	C5	C4 int 2	C1-C2 int 4	C3
Carote EDILCONTROL	P1-P2-P3-P4	P5-P6-P7-P8	P10-P11-P12-P13	P14-P15-P16-P17	
Sonreb 4M	P1		P1-P2 int 2	P1-P2 int 4 P2-P3 int 3	
Pull-Out 4M	Z1		Z2-Z3-Z4 int 2	Z5-Z6-Z7 int 3 Z8 int 4	

Le prove condotte dalla ditta 4M al livello "piano fondi" consistono in 1 carota, 1 prova Sonreb e 1 prova Pull-Out; tutte sono state effettuate sullo stesso pilastro.

Ciò, tra l'altro, permette di tarare le prove Sonreb e Pull-Out, in quanto non immediatamente utilizzabili per la valutazione della resistenza cubica media del conglomerato essendo di fatto prove indirette; avendo pertanto a disposizione il valore ottenuto dalla carotatura è possibile determinare un fattore di correlazione necessario a convertire la resistenza indiretta in resistenza cubica.

Valutazioni tecniche circa le Prove Di Pull-Out (Ditta 4M)

Dalle evidenze sperimentali scaturisce la seguente tabella:

Resistenza	31,20 N/mm ²	16,50 N/mm ²	26,00 N/mm ²	20,70 N/mm ²	24,30 N/mm ²	27,10 N/mm ²	28,40 N/mm ²	29,90 N/mm ²
-------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

Poiché tali resistenze non sono direttamente confrontabili con la resistenza cubica di progetto, è necessario effettuare una correlazione; in questo è indispensabile avere a disposizione, per il medesimo elemento (pilastro a piano fondi) sia il valore di resistenza della carota, sia il valore di resistenza della prova di Pull-Out; si ha:

$$F_{cubica_corretta} = 22,59 \text{ N/mm}^2$$

$$Resistenza_{pull-out} = 31,20 \text{ N/mm}^2$$

Si determina pertanto il fattore di correlazione necessario alla correzione dei valori:

$$F_{correlazione} = 22,59/31,20 = 0,724$$

E, di seguito, la tabella relativa al calcolo dei valori rettificati:

prova	R_{rilevata}	F_{correlazione}	R_{cubica equivalente}	
Z1	31,2	0,724	22,59	N/mm ²
Z2	16,5		11,95	N/mm ²
Z3	26		18,83	N/mm ²
Z4	20,7		14,99	N/mm ²
Z5	24,3		17,59	N/mm ²
Z6	27,1		19,62	N/mm ²
Z7	28,4		20,56	N/mm ²
Z8	29,9		21,65	N/mm ²

Valutazioni tecniche circa le Prove Sonreb (Ditta 4M)

Dalle evidenze sperimentali scaturisce la seguente tabella:

Resistenza	30,34 N/mm ²	18,72 N/mm ²	19,82 N/mm ²	26,50 N/mm ²	24,88 N/mm ²	15,47 N/mm ²	19,92 N/mm ²
-------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

Poiché tali resistenze non sono direttamente confrontabili con la resistenza cubica di progetto, è necessario effettuare una correlazione; in questo è indispensabile avere a disposizione, per il medesimo elemento (pilastro a pinao fondi) sia il valore di resistenza della carota, sia il valore di resistenza della prova Sonreb; si ha:

$$F_{cubica_corretta} = 22,59 \text{ N/mm}^2$$

$$Resistenza_{sonreb} = 30,34 \text{ N/mm}^2$$

Si determina pertanto il fattore di correlazione necessario alla correzione dei valori:

$$F_{correlazione} = 22,59/30,34 = 0,745$$

E, di seguito, la tabella relativa al calcolo dei valori rettificati:

<i>prova</i>	<i>R_{rilevata}</i>	<i>F_{correlazione}</i>	<i>R_{cubica equivalente}</i>	
P1 fondi	30,34	0,745	22,59	N/mm ²
P1 primo int 2	18,72		13,94	N/mm ²
P2 primo int 2	19,82		14,76	N/mm ²
P2 secondo int 3	26,5		19,73	N/mm ²
P3 secondo int 3	24,88		18,52	N/mm ²
P1 secondo int 4	15,47		11,52	N/mm ²
P2 secondo int 4	19,92		14,83	N/mm ²

Valutazioni tecniche sulla Resistenza Media del Conglomerato in opera prendendo in esame tutte le prove disponibili (complessiva)

Si procede, in questo paragrafo, alla valutazione dei valori medi di resistenza delle carote effettuando opportuni incroci di dati tra le varie prove in modo da avere il quadro complessivo della situazione; si procede alla determinazione della media effettuando le seguenti combinazioni di dati:

<i>Combinazione di dati considerata</i>	<i>R_{cubica media}</i>
carote 4M	19,68 N/mm ²
Sonreb 4M	16,56 N/mm ²
Pull-Out 4M	18,47 N/mm ²
carote 4M + Sonreb 4M	18,00 N/mm ²
carote 4M + Pull-Out 4M	18,99 N/mm ²
carote 4M + Sonreb 4M + Pull-Out 4M	18,18 N/mm ²
carote EDILCONTROL	20,68 N/mm ²
carote 4M + carote EDILCONTROL	20,41 N/mm ²
carote 4M + carote EDILCONTROL + Sonreb 4M	19,48 N/mm ²
carote 4M + carote EDILCONTROL + Pull-Out 4M	19,89 N/mm ²
carote 4M + carote EDILCONTROL + Sonreb 4M + Pull-Out 4M	19,26 N/mm ²

Come si può notare, la minima resistenza cubica media scaturita dalle combinazioni di dati è pari a 16,56 N/mm², valore superiore a 12 N/mm²

Resistenza Media Del Conglomerato In Opera (per piani)

Si procede, in questo paragrafo, alla valutazione dei valori medi di resistenza delle carote separando i risultati per piani dell'edificio raggruppando solo i dati relativi alle prove condotte su elementi appartenenti a quel particolare piano; in questa casistica, poiché i dati sono inferiori a quelli relativi alla globalità dell'edificio, si considereranno solamente le seguenti combinazioni di dati:

- ❑ carote 4M + Sonreb 4M + Pull-Out 4M
- ❑ carote 4M + carote EDILCONTROL

Inoltre, poiché a piano sottotetto abbiamo a disposizione una sola prova, tale dato verrà inglobato nella lista dei dati relativi al piano secondo.

PIANO FONDI

- ❑ $f_{cubica_media} = 22,59 \text{ N/mm}^2$ (a disposizione 1 + 1 + 1 = 3 dati complessivi)
- ❑ $f_{cubica_media} = 24,95 \text{ N/mm}^2$ (a disposizione 1 + 4 = 5 dati complessivi)

PIANO TERRA

- ❑ $f_{cubica_media} = 21,80 \text{ N/mm}^2$ (a disposizione 1 dato solo)
- ❑ $f_{cubica_media} = 21,21 \text{ N/mm}^2$ (a disposizione 1 + 4 = 5 dati complessivi)

PIANO PRIMO

- ❑ $f_{cubica_media} = 14,99 \text{ N/mm}^2$ (a disposizione 1 + 2 + 3 = 6 dati complessivi)
- ❑ $f_{cubica_media} = 17,72 \text{ N/mm}^2$ (a disposizione 1 + 4 = 5 dati complessivi)

PIANO SECONDO e SOTTOTETTO

- $f_{cubica_media} = 18,39 \text{ N/mm}^2$ (a disposizione 3 + 4 + 4 = 11 dati complessivi)
- $f_{cubica_media} = 18,52 \text{ N/mm}^2$ (a disposizione 3 + 4 = 7 dati complessivi)

Si può notare come, anche separando i contributi empirici per ogni singolo piano, la minima resistenza cubica media scaturita dalle combinazioni di dati è relativa al piano primo e pari a $14,99 \text{ N/mm}^2$, valore superiore a 12 N/mm^2

Resistenza Caratteristica del Conglomerato in Opera (complessiva)

Si determina la resistenza cubica caratteristica in sito relativamente a quanto prescritto dalla legge n°1086 del 05/11/1971.

Secondo tale legge, all'allegato I, al punto 3.2 è possibile determinare la resistenza caratteristica sia con metodo basato sulle medie (se il numero di provini è compreso tra 3 e 9), sia con metodo statistico (se il numero di provini è compreso tra 10 e 29 e se è maggiore di 30); si decide di valutare la resistenza caratteristica nei seguenti due casi:

- carote 4M + carote EDILCONTROL + Sonreb 4M + Pull-Out 4M
- carote 4M + carote EDILCONTROL

Il procedimento è il seguente:

$$R_{ck} = R_{cm} - k \cdot \delta$$

dove:

k è un coefficiente variabile in funzione del numero di campioni di prove a disposizione e in particolare vale:

$n=10 \rightarrow k=1,96$

$n=12 \rightarrow k=1,92$

$n=16 \rightarrow k=1,87$

$n=20 \rightarrow k=1,85$

$n=25 \rightarrow k=1,82$

$n \geq 30 \rightarrow k=1,64$

(valori intermedi possono essere ottenuti mediante interpolazione lineare)

δ rappresenta il valore dello scarto quadratico medio (deviazione standard) della serie di dati

Qualora il valore di δ fosse inferiore ai 20 kg/cm^2 (2 N/mm^2) sarebbe necessario utilizzare questo valore in luogo del valore di calcolo.

Si ha pertanto:

carote 4M + carote EDILCONTROL + Sonreb 4M + Pull-Out 4M

$R_{cm} = 19,26 \text{ MPa}$

$\delta = 4,657$

$k = 1,64$

e quindi: $R_{ck} = 19,26 - 4,657 \cdot 1,64 = 11,62 \text{ MPa}$

carote 4M + carote EDILCONTROL

$$R_{cm} = 20,41 \text{ MPa } (N/mm^2)$$

$$\delta = 4,968$$

$$k = 1,84$$

$$\text{e quindi: } R_{ck} = 20,41 - 4,968 * 1,84 = 11,27 \text{ MPa } (N/mm^2)$$

D – QUARTA CONSIDERAZIONE

I risultati che si ottengono prendendo in esame la massa complessiva dei dati di cui siamo a disposizione consente di riferire che:

- il valore della resistenza media del calcestruzzo si aggira intorno ai 20 N/mm²;
- il valore della resistenza caratteristica calcolato secondo la vigente normativa è di **11,27 N/mm²** cioè pari al **56%** di quella minima in oggi richiesta (**20,00 N/mm²**)

CAPITOLO II

VALUTAZIONI IN MERITO ALLA SICUREZZA DELL'IMMOBILE ANCHE NELLA PROSPETTIVA DI EVENTUALI RISTRUTTURAZIONI

E – QUINTA CONSIDERAZIONE

Ipotesi 1 : l'edificio non è oggetto di alcuna ristrutturazione.

Si ritengono necessari almeno e alla luce di quanto è stato possibile visionare, le seguenti attività immediate:

- 1 – richiudere le bucatore determinatesi con il prelievo delle carote con priorità per il piano primo;
- 2 - approfondire le indagini non invasive al primo piano (vedi anche la considerazione C);
- 3 – verificare la stabilità del solaio/controsoffitto fra il secondo piano ed il sottotetto con speciale urgenza per quello che copre il vano scale condominiali perché presenta deformazioni significative;
- 4 – disporre un monitoraggio almeno di alcune lesioni nelle murature interne;
- 5 – procedere ad una manutenzione ordinaria per arrestare il continuo degrado dell'edificio (ad es.: molte finestre sono ormai prive di vetri e lasciano entrare acqua piovana; le serrande al piano terra non impediscono l'accesso agli estranei; i poggianti mostrano gran parte delle armature inferiori ormai prive di copriferro; gli impianti elettrici sono sotto tensione e l'accesso agli appartamenti non è adeguatamente impedito).

F – SESTA CONSIDERAZIONE

Ipotesi 2 : l'edificio è oggetto di una ristrutturazione "leggera".

Vale a dire che essa esclude (vedi punto 8.4.1 del D.M. 14/1/2008) almeno di:

- a) sopraelevare la costruzione;
- b) ampliare la costruzione ...;
- c) apportare variazioni di classe e/o di destinazione d'uso che comportino incrementi dei carichi globali in fondazione superiori al 10%..... ..;
- d) effettuare interventi strutturali volti a trasformare la costruzione mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un organismo diverso dal precedente.

In tale ipotesi si potrebbe ritenere sufficiente dopo un esame esteso a tutta la struttura dell'edificio un **intervento di miglioramento statico anche sotto l'aspetto delle azioni sismiche.**

G – SETTIMA CONSIDERAZIONE

Ipotesi 3 : l'edificio è oggetto di una ristrutturazione "pesante".

Vale a dire che essa è una di quelle elencate al punto 8.4.1 del D.M. 14/1/2008 e cioè si intende:

a) sopraelevare la costruzione;

oppure:

b) ampliare la costruzione ...;

oppure:

c) apportare variazioni di classe e/o di destinazione d'uso che comportino incrementi dei carichi globali in fondazione superiori al 10%..... ..;

oppure:

d) effettuare interventi strutturali volti a trasformare la costruzione mediante un insieme sistematico di opere che portino ad un organismo diverso dal precedente.

In tale ipotesi si dovrà necessariamente **adeguare anche alle azioni sismiche l'intero organismo strutturale dell'edificio oltre che alle azioni verticali.**

Ritengo con la presente di aver adempiuto all'incarico affidatomi ma rimango a disposizione per eventuali ulteriori delucidazioni od approfondimenti in merito e porgo distinti saluti.

Genova, li 20-07-2011

Il Tecnico
Dott. Ing Luigi Pittaluga