

**TECNOLAB srl**  
66026 ORTONA (CH)  
Zona Industriale C.da Cucullo  
Telefono 085.903 9193 r.a.  
Fax 085.903 9202  
www.tecnolab.org  
e-mail info@tecnolab.org



sede legale 66026 ORTONA (CH)  
Zona Industriale C.da Cucullo  
Reg. trib. di Chieti 6084  
CCIAA di Chieti 99996  
P. IVA 01626100695

Concessione Ministero Infrastrutture e Trasporti  
n. 49410 del 02.10.2002 (art. 20 L. 1086/71)

Ortona 16 Febbraio 2011

Carico 5193-11-b

del 01/02/2011

## INDAGINI STRUTTURALI REALIZZATE PRESSO LA PALESTRA DELLA SCUOLA MEDIA STATALE A SAN BENEDETTO DEI MARSII (AQ)



COMMITTENTE

**COMUNE DI SAN BENEDETTO DEI MARSII (AQ)**

CANTIERE:

**PALESTRA DELLA SCUOLA MEDIA STATALE  
VIA CIPRIANO SAN BENEDETTO DEI MARSII (AQ)**

TECNICO INCARICATO **arch. Antonio Colantonio**

ALLEGATI:

**n. 01. Rapporto di prova – Resistenza su carote in calcestruzzo**

Lo sperimentatore  
Per. Ind. Fabio Gentile

Il direttore del laboratorio  
ing. Marco di Pietro

**SOMMARIO**

1	Premessa.....	3
2	Riferimenti normativi.....	3
3	ubicazione prelievo carote.....	4
4	Metodi di indagine distruttiva (pd) sul calcestruzzo.....	5
4.1	Misura della profondità di carbonatazione UNI 9944/1992 .....	7

Documento	Data	Pag.
5193-11-b	16/02/2011	2 di 7

## 1 PREMESSA

La relazione che segue è finalizzata a riepilogare e valutare i dati raccolti nelle indagini distruttive e non distruttive eseguite sulle parti strutturali della palestra della scuola media statale in Via Cipriano a San Benedetto dei Marsi (AQ).

Nella impostazione della campagna di indagini è stato particolarmente curata la scelta dei punti che costituiranno oggetto di campionamento, sotto il controllo e le indicazioni dell'arch. Antonio Colantonio.

È stata utilizzata una metodologia di indagine distruttiva ed in particolare PD (prove distruttive) come i carotaggi.

La valutazione della resistenza tramite prove in situ dipende da numerosi effetti di non facile determinazione quali la direzione di prelievo, il disturbo arrecato al campione ed i rapporti dimensionali tra lunghezza e diametro del campione, le tolleranze adottate nella planarità delle superfici caricate e nella loro ortogonalità rispetto alla generatrice della superficie cilindrica.

Il paragrafo seguente riassume sia le principali prescrizioni normative rivolte alla standardizzazione del procedimento di prova che diverse formulazioni disponibili nella letteratura scientifica per la valutazione della resistenza (cubica o cilindrica) a partire dal valore misurato nello schiacciamento della carota estratta.

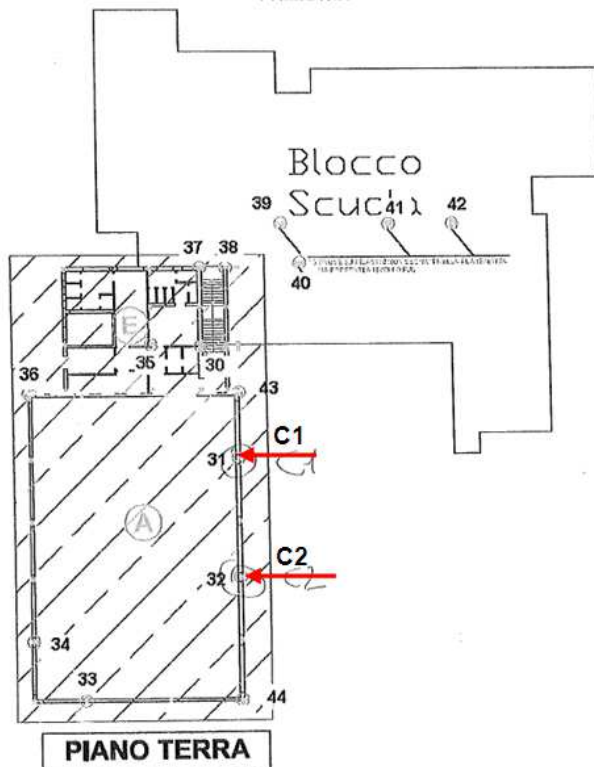
## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

- UNI EN 12504-1:2002 del 01.04.2002 - *Prove sul calcestruzzo nelle strutture - Carote - Prelievo, esame e prova di compressione*

Documento	Data	Pag.
5193-11-b	16/02/2011	3 di 7

### 3 UBICAZIONE PRELIEVO CAROTE

SCUOLA MEDIA STATALE "MARRUVIUM" - S. BENEDETTO DEI MARSI  
- PALESTRA -



Documento	Data	Pag.
5193-11-b	16/02/2011	4 di 7

#### 4 METODI DI INDAGINE DISTRUTTIVA (PD) SUL CALCESTRUZZO

La prova di schiacciamento di campioni cilindrici di calcestruzzo (carote) estratti dal manufatto oggetto di studio rappresenta, come è ampiamente noto, il più diffuso metodo di indagine distruttiva. La procedura di prelievo e di prova di tali campioni è regolamentata in ambito europeo dalle norme UNI 6131:1987, UNI EN 12390-1:2002 e UNI EN 12504-1:2002 le quali prevedono la possibilità di estrarre campioni di calcestruzzo di diametro compreso tra 25 e 300 mm.

Le stesse normative forniscono indicazioni in merito alle modalità di esecuzione ed, in particolare, alla velocità di penetrazione del carotiere, al fine di limitare il danneggiamento del campione (quello che viene correntemente indicato come “disturbo”). Dopo il prelievo la carota viene “rettificata” con l’obiettivo di rendere piane e parallele le facce sulle quali verrà applicato il carico al fine di evitare concentrazioni di tensione sulle eventuali parti in rilievo e stati tensionali sul provino diversi dalla compressione semplice.

Secondo quanto descritto nelle NTC 2008 (p.ti 11.2.6 e 11.2.10.1), il valor medio della resistenza del calcestruzzo in opera (resistenza strutturale) è in genere inferiore al valor medio della resistenza dei prelievi in fase di getto maturati in condizioni di laboratorio (resistenza potenziale).

Le recenti “Linee Guida” del Consiglio Superiore sui Lavori Pubblici (2008), con riferimento alla valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo in situ, stabiliscono che è accettabile un valore medio della resistenza strutturale cilindrica in opera ( $f_{opera,m}$ ) “misurata con tecniche opportune, non inferiore all’85% del valore medio definito in fase di progetto” ( $f_{cm}$ ):

$$f_{opera,m} \geq f_{cm} \times 0,85, \text{ dove}$$

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 \text{ e dove}$$

$$f_{ck} = 0,83 \times R_{ck}$$

Il passaggio al valore caratteristico potrebbe essere effettuato seguendo le indicazioni dell’Eurocodice 2:

$$f_{ck} = f_{cm} - 8 \text{ (MPa)}$$

$$R_{ck} = R_{cm} - 9,64 \text{ (MPa)}$$

Nel caso il numero di campioni prelevati sia superiore a n. 15 allora si determina il valore caratteristico del calcestruzzo in opera ( $f_{opera,k}$ ) dato da :

$$f_{opera,k} = f_{opera,m} - ks, \text{ dove}$$

Documento	Data	Pag.
5193-11-b	16/02/2011	5 di 7

s è lo scarto quadratico medio e  $k$  è pari a 1,48 nel caso di 15 campioni. Deve risultare :

$$f_{\text{opera},k} \geq 0,85 \times f_{\text{ck}}$$

Secondo quanto descritto nella UNI EN 13791:2008 “Valutazione della resistenza a compressione in sito nelle strutture e nei componenti prefabbricati di calcestruzzo” se la numerosità delle carote è compreso tra 3 e 6, la resistenza caratteristica  $f_{\text{ck}}$  è il valore inferiore tra le due relazioni:

$$f_{\text{ck, situ}} = f_{\text{opera},m} - 7 \quad [1]$$

$$f_{\text{ck, situ}} = f_{\text{c}(\text{min})} + 4 \quad [2]$$

Le  $N$  resistenze ottenute sulle carote  $f_{\text{car},i}$ , vengono trasformate nelle corrispondenti resistenze in situ  $f_{\text{cis},i}$  mediante la seguente relazione :

$$f_{\text{cis},i} = (C_{h/D} \times C_{\text{dia}} \times C_a \times C_d) \times f_{\text{car},i} \quad (\text{linee guida per la valutazione della vulnerabilità sismica degli edifici strategici e rilevanti – ottobre 2005})$$

Di seguito si riporta integralmente quanto citato dalle suddette linee guida, elaborando i dati ottenuti alla luce delle considerazioni in esse contenute.

$C_{h/D}$  è il coefficiente correttivo per rapporti  $h/D$  diversi da 2, pari a  $C_{h/D} = 2/(1,5+D/h)$ ;

$C_{\text{dia}}$  è il coefficiente correttivo relativo al diametro, da assumere pari a 1.06, 1.00 e 0.98 per  $D$  pari, rispettivamente, a 50, 100 e 150 mm;

$C_a$  è il coefficiente correttivo relativo alla presenza di armature incluse, variabile tra 1.03 per barre di piccolo diametro ( $\varnothing 10$ ) a 1.13 per barre di diametro elevato ( $\varnothing 20$ );

$C_d$  è il coefficiente correttivo per tener conto del disturbo arrecato alla carota nelle operazioni di estrazione. Le norme americane FEMA 274 [FEMA, 1997] suggeriscono di assumere un valore costante pari a 1.06, mentre in letteratura si propone di assumere il valore 1.10, in entrambi i casi per operazioni di prelievo condotte con estrema accuratezza. Tenendo però conto del fatto che il rimaneggiamento è tanto maggiore quanto minore è la qualità del calcestruzzo da carotare, appare più convincente assumere  $C_d = 1.20$  per  $f_{\text{car}} < 20$  MPa, e  $C_d = 1.10$  per  $f_{\text{car}} > 20$  MPa. La resistenza da adottare nei calcoli  $f_{\text{cd}}$  è riferito al valore medio delle  $N$  resistenze in situ  $f_{\text{cis},i}$  :

Documento	Data	Pag.
5193-11-b	16/02/2011	6 di 7

$$f_{cm} = \left( \sum_1^N f_{cis,j} \right) / N \quad \text{modificato in funzione dei valori del fattore di confidenza e del coef-}$$

ficiente di sicurezza parziale relativi al livello di conoscenza acquisito ed al tipo di verifica da effettuare. Di seguito una tabella con i dati ottenuti dalle prove in laboratorio.

Sigla	Posizione	Resistenza carote [MPa]	D [mm]	h [mm]	h/D [mm]	$C_{ho}$	$C_{cis}$	$C_s$	$C_c$
C1	Pilastro piano terra	24,60	84	169	2,0	1,001	1,00	1,00	1,1
C2	Pilastro piano terra	12,90	84	168	2,0	1,000	1,00	1,00	1,2
Sigla	Resistenza cilindrica $f_c$ [MPa]		Resistenza cilindrica corretta $f_{cis}$ [MPa]			Resistenza cubica $R_c$ [MPa]			
C1	24,65		27,15			32,72			
C2	12,90		15,48			18,65			
<b>Media</b>	<b>18,77</b>		<b>21,32</b>			<b>25,68</b>			
			<b>f<sub>cm</sub>=f<sub>cd</sub>= 21,32 MPa</b>			<b>R<sub>cm</sub>=R<sub>cd</sub>= 25,68 MPa</b>			
						D.M. 14/01/2008			
	$f_{cm}$ [MPa]	22,09	$f_{ck}$	14,09 [MPa]					
	$R_{cm}$ [MPa]	26,61	$R_{ck}$	16,97 [MPa]					

#### 4.1 MISURA DELLA PROFONDITÀ DI CARBONATAZIONE UNI 9944/1992

La prova ha lo scopo di misurare la profondità di carbonatazione dello strato superficiale del calcestruzzo.

Il calcestruzzo possiede un valore di pH di circa 12,5 cosa che gli conferisce un carattere fortemente alcalina. Questa forte alcalinità costituisce una protezione naturale dell'armatura contro la corrosione (passivazione).

Il fenomeno chimico è conseguente all'anidride carbonica dell'aria che, penetrando nei pori del calcestruzzo, neutralizza la calce libera presente. Il pH dello strato superficiale del calcestruzzo si abbassa fino a scendere a valori inferiori a 9 provocando il fenomeno della carbonatazione.

Documento	Data	Pag.
5193-11-b	16/02/2011	7 di 7