

CITTA' DI TORINO

PIANO ESECUTIVO CONVENZIONATO

ai sensi dell'art. 43 della L.R. n. 56/77

Ambito di PRG 8.22
Frejus



Proprietà: FONDO CITTA' DI TORINO- FONDO COMUNE DI INVESTIMENTO IMMOBILIARE SPECULATIVO DI TIPO CHIUSO



Prelios - Società di Gestione del Risparmio S.p.A.
-in nome e per conto del "Fondo Città di Torino"-
Viale Piero e Alberto Pirelli, 25 - 20126 Milano
CF e P.IVA 13465930157



Coordinamento
generale:

RECCHIENGINEERING S.R.L.
Via Montevecchio, 28 - 10128 Torino
P. IVA/C.F. 10151570016



UR

Progetto urbanistico:

STUDIO MELLANO ASSOCIATI

ARCHITETTURA URBANISTICA

C.so Moncalieri, 56 - 10133 TORINO

ST

Progetto strutturale:

Studio A&A Angelino & Associati
Via Francesco Millio, 41 - 10141 Torino
Tel. +39 011 3851904 fax. +39 011 3850546

Rev.	Data	01/04/2011	Consegna Progetto Preliminare (prot. n. 1423)
Rev.	Data	12/2011	Progetto Preliminare - Integrazioni a seguito di istruttoria comunale
Rev.	Data	04/2012	Progetto Preliminare - ulteriori integrazioni a seguito di istruttoria comunale
Rev.	Data	06/2012	Progetto Preliminare - Versione finale

Tavola:

Titolo: PROGETTO

ANALISI DOCUMENTARIA E APPROFONDIMENTI
SUI FABBRICATI ESISTENTI DICHIARATI DI
INTERESSE

3.1.5

INDAGINI STRUTTURALI

Scala:



INDICE

◆1◆ PREMESSA	3
◆2◆ DESCRIZIONE SOMMARIA DELLE STRUTTURE OGGETTO D'INDAGINE	3
◆3◆ DOCUMENTAZIONE RICEVUTA	3
◆4◆ SOPRALLUOGHI ED INDAGINI.....	4
4.1 Sopralluogo del 4.8.2011	4
4.2 Indagini del 22 – 23.9.2011	4
◆5◆ RISULTATI DELLE INDAGINI	5
5.1 Prove ad ultrasuoni e sclerometriche (Metodo SONREB).....	5
5.2 Prove di compressione e di carbonatazione sui provini cilindrici dei carotaggi	7
5.3 Rilievo armature principali	7
5.4 Prove di trazione su armature della trave.....	8
◆6◆ VERIFICHE DI SICUREZZA.....	8
◆7◆ POSSIBILITA' DI CONSOLIDAMENTO E CONCLUSIONI	8

◆1◆ PREMESSA

La Società proprietaria FONDO CITTA' DI TORINO ha incaricato lo scrivente ing. Francesco BOLLETTINO, Socio dell'Associazione Professionale denominata "A&A – ANGELINO & ASSOCIATI", con Sede in Torino, via Millio 41, di eseguire un'indagine presso l'edificio industriale sito in via Frejus 21 – 23 a Torino.

Scopo dell'indagine è stato quello di redigere la presente **relazione sullo stato di fatto e grado di sicurezza delle strutture della zona indagata.**

◆2◆ DESCRIZIONE SOMMARIA DELLE STRUTTURE OGGETTO D'INDAGINE

L'indagine è circoscritta alla manica del fabbricato lungo la via Frejus al civico n. 23 fino all'incrocio con la via Revello. Tale porzione di fabbricato è costituita da una struttura industriale monopiano a telai in c.a. di costruzione 1918, su maglia m 6x7, con tetto in travi e capriate metalliche con copertura in pannelli sandwich, di costruzione tra il 2000 e il 2004. I pilastri, nel corso dell'intervento di rifacimento della copertura, sono stati rinforzati con tralicci metallici di cerchiatura con angolari ad L negli spigoli, collegati da calastrelli sui 4 lati.

◆3◆ DOCUMENTAZIONE RICEVUTA

Si è potuto esaminare il progetto di consolidamento e rifacimento della copertura del 1997, fornito dalla Proprietà.

In tale progetto si è prevista e successivamente realizzata la sostituzione dell'intera struttura di copertura con una nuova struttura metallica che grava direttamente sui pilastri senza interessare le preesistenti travi, che in tal modo sopportano il solo peso proprio e continuano a fornire un collegamento orizzontale rigido tra pilastri giacenti nel piano del telaio.

I pilastri originari sono stati carrozzati con tralicci metallici, collegati alle fondazioni, sicché attualmente operano come struttura mista in acciaio con un nucleo di calcestruzzo.

Le fondazioni a plinto sono state rinforzate con nuovi plinti in cls gettato in opera.

INGEGNERIA E ARCHITETTURA

◆4◆ SOPRALLUOGHI ED INDAGINI

4.1 Sopralluogo del 4.8.2011

In data 4.8.2011 il sottoscritto ha effettuato un primo sopralluogo in sito, accompagnato dall'arch. Claudio BIANCO, in rappresentanza della Proprietà.

L'edificio è attualmente utilizzato come magazzino.

Sono state dapprima effettuate alcune battute sclerometriche preliminari sui pilastri, riscontrando notevole dispersione di risultati.

Si è stabilito di procedere ad indagini sui materiali organizzandone le modalità e la sequenza.

4.2 Indagini del 22 – 23.9.2011

Le prove, effettuate dalla Soc. 4EMME – Unità operativa di Torino, specializzata nel settore, sono state le seguenti.

- ◆ Indagini ad ultrasuoni su n. 9 elementi di pilastro o trave, per misurare la velocità di propagazione della vibrazione nel cls e stimare in tal modo il modulo elastico e quindi la resistenza del materiale;
- ◆ Indagini sclerometriche su n. 8 pilastri e n. 7 travi, per ottenere per altra via la stima del modulo elastico e della resistenza;
- ◆ Prelievo di carote sul fianco di n. 2 travi, con ricostituzione della sezione dopo il prelievo e successive prove di compressione e carbonatazione;
- ◆ Ricerca delle armature principali inferiori in mezzeria e all'appoggio di una trave, per verifiche statiche;
- ◆ Prelievo di n. 2 spezzoni di armatura da due travi, con ricostituzione delle stesse dopo il prelievo e successive prove di trazione.



La doppia serie d'indagini ad ultrasuoni e sclerometrica ha permesso di utilizzare un metodo d'incrocio dei risultati (cosiddetto metodo SONREB), che permette di compensare gli errori dei metodi usati singolarmente: ad esempio, il contenuto di umidità porta ad una sovrastima della velocità di propagazione ed a una sottostima dell'indice sclerometrico, viceversa all'aumentare dell'età del calcestruzzo si ha una sovrastima dell'indice sclerometrico ed una sottostima della velocità ultrasonica.

◆5◆ **RISULTATI DELLE INDAGINI**

I risultati delle indagini, illustrati nel dettaglio nel rapporto di prova n.TO-135-11 della Soc. 4EMME allegato alla presente, sono i seguenti.

5.1 Prove ad ultrasuoni e sclerometriche (Metodo SONREB)

L'incrocio dei risultati delle prove ad ultrasuoni e delle prove sclerometriche è sintetizzato nella tabella a pag. 11 del rapporto di prova, dove sono riportati per ogni zona indagata le resistenze cubiche a compressione R_c ricavate dai parametri sperimentali secondo alcuni metodi noti in bibliografia (Metodo RILEM, metodo GASPARIK, metodo DI LEO-PASCALE).

Risulta che solo in un caso (pilastro zona 1, metodo GASPARIK) si ottiene una resistenza $R_c > 20 \text{ N/mm}^2$ che corrisponde alla minima resistenza ammessa dalla Normativa per calcestruzzo strutturale; in tutti gli altri casi si ottengono valori stimati di resistenza anche notevolmente inferiori a tale valore minimo, sia per i pilastri, sia – in modo ancor più eclatante – per la trave indagata.

La forte dispersione dei risultati comporta inoltre che la "resistenza di calcolo" da assumersi a partire da tali dati sperimentali risulterebbe estremamente bassa.

L'ipotetico "valore caratteristico" R_{ck} dato dal criterio previsto dal DM 14.1.2008 cap. 11.2.5, si otterrebbe, per tre metodi, assumendo il minimo valore risultante dalle seguenti formule:

$$R_{ck} = R_1 + 3.5 \text{ N/mm}^2$$

$$R_{ck} = R_m - 3.5 \text{ N/mm}^2$$

Con R_1 = resistenza minima; R_m = resistenza media.



METODO RILEM			
PROVINO	VALORE Rc N/mm2	Rc-M N/mm2	(Rc-M)^2 kN^2
zona	9	(n. prove)	
1	19.70	11.16	124.45
2	8.80	0.26	0.07
3	2.00	-6.54	42.83
4	14.40	5.86	34.29
5	6.80	-1.74	3.04
6	1.90	-6.64	44.15
7	9.80	1.26	1.58
8	9.80	1.26	1.58
10	3.70	-4.84	23.47
MEDIA M	8.54		
SOMMA(Rc-M)^2			275.44
scarto quadratico medio SQM			5.53
SQM/M			0.65

N/mm2
(N/mm2)^2
N/mm2

METODO GASPARIK			
PROVINO	VALORE Rc N/mm2	Rc-M N/mm2	(Rc-M)^2 kN^2
zona	9	(n. prove)	
1	24.50	15.96	254.58
2	13.60	5.06	25.56
3	4.60	-3.94	15.56
4	18.70	10.16	103.14
5	11.00	2.46	6.03
6	4.40	-4.14	17.18
7	14.00	5.46	29.76
8	13.90	5.36	28.68
10	7.40	-1.14	1.31
MEDIA M	12.46		
SOMMA(Rc-M)^2			481.79
scarto quadratico medio SQM			7.32
SQM/M			0.59

N/mm2
(N/mm2)^2
N/mm2

METODO DI LEO-PASCALE			
PROVINO	VALORE Rc N/mm2	Rc-M N/mm2	(Rc-M)^2 kN^2
zona	9	(n. prove)	
1	19.80	11.26	126.69
2	9.50	0.96	0.91
3	2.40	-6.14	37.75
4	15.60	7.06	49.78
5	7.60	-0.94	0.89
6	2.40	-6.14	37.75
7	10.90	2.36	5.55
8	11.00	2.46	6.03
10	4.30	-4.24	18.02
MEDIA M	9.28		
SOMMA(Rc-M)^2			283.38
scarto quadratico medio SQM			5.61
SQM/M			0.60

N/mm2
(N/mm2)^2
N/mm2



Pertanto, per i tre metodi:

METODO RILEM: $R_1 = 1.90$, $R_m = 8.54$;

$$R_{ck} = \min((1.90 + 3.5), (8.54 - 3.5)) = 5.04 \text{ N/mm}^2$$

METODO GASPARIK: $R_1 = 4.40$, $R_m = 12.46$;

$$R_{ck} = \min((4.40 + 3.5), (12.46 - 3.5)) = 7.9 \text{ N/mm}^2$$

METODO DI LEO - PASCALE: $R_1 = 2.40$, $R_m = 9.28$;

$$R_{ck} = \min((2.40 + 3.5), (9.28 - 3.5)) = 5.78 \text{ N/mm}^2.$$

Tuttavia, poiché il coefficiente di variazione (rapporto SQM/R_m tra lo scarto quadratico medio ed il valor medio) è sempre maggiore di 0.3, stando a questi risultati il calcestruzzo non è accettabile come elemento strutturale.

5.2 Prove di compressione e di carbonatazione sui provini cilindrici dei carotaggi

Le prove di compressione eseguite sui due provini cilindrici prelevati da due travi hanno fornito valori di resistenza cubica equivalente sempre inferiori ad $R_c = 20 \text{ N/mm}^2$ (resistenza minima per cls strutturale), confermando le previsioni qualitative del metodo SONREB.

Con lo stesso criterio del paragrafo precedente, si ottiene:

PROVE DI COMPRESSIONE: $R_1 = 15.2$, $R_m = 17.45$;

$$R_{ck} = \min((15.2 + 3.5), (17.45 - 3.5)) = 13.95 \text{ N/mm}^2$$

Gli elevati valori di rimbalzo delle prove sclerometriche si giustificano con la forte carbonatazione riscontrata dalle prove con indicatore, che forniscono profondità di carbonatazione rispettivamente pari a 10.5 e 7.5 cm per i due provini.

5.3 Rilievo armature principali

Dalle tracce effettuate su una trave sono risultati n. 4 $\Phi 16$ inferiori in mezzera e n. 2 $\Phi 16$ all'appoggio; con ogni probabilità i 2 $\Phi 16$ mancanti sono stati sagomati in prossimità dell'appoggio quali armatura al taglio.



La staffatura risulta approssimativa (come spesso accade per strutture di quell'epoca) e costituita da sottili bandelle a passo irregolare (50-60 cm).

5.4 Prove di trazione su armature della trave

Le prove di trazione eseguite sugli spezzoni di barre lisce diam. 16 mm prelevate da due travi hanno fornito resistenza a snervamento $f_y > 266 \text{ N/mm}^2$ e buona duttilità ($f_t/f_y = 1.35$ circa), valori tipici per barre lisce dell'epoca di costruzione.

◆6◆ VERIFICHE DI SICUREZZA

Nelle condizioni rilevate, la struttura originaria non è in grado, da sola, di garantire sufficiente sicurezza statica, venendo meno le condizioni minime di resistenza richieste per il calcestruzzo strutturale.

Anche riferendosi alla Normativa per edifici esistenti, che deroga dalla resistenza minima $R_c = 20 \text{ N/mm}^2$, l'estrema dispersione dei risultati delle prove non permette di attribuire sufficiente resistenza di calcolo al conglomerato originario.

Difatti, il Progettista del recupero eseguito negli anni 2000-2004 aveva già rilevato l'insufficienza e la dispersione delle resistenze del calcestruzzo; il rinforzo dei pilastri messo in opera in quegli anni sostituisce in pratica la funzione portante dell'originaria sezione in cls che al più contribuisce alla rigidezza complessiva del telaio, limitandone le deformazioni, in particolare quelle per azioni orizzontali.

Le travi originarie sostengono come detto il solo peso proprio e fanno da collegamento rigido tra i pilastri (e la pur scarsa consistenza della sezione, sufficientemente armata ma con calcestruzzo assai scadente, basta a fornire la necessaria resistenza), ma è necessaria la presenza di una struttura indipendente (le travi metalliche messe in opera nel 2000-2004) per sopportare i carichi della copertura.

◆7◆ POSSIBILITA' DI CONSOLIDAMENTO E CONCLUSIONI

Data l'insufficiente resistenza del calcestruzzo, non è possibile proporre un consolidamento che riutilizzi esclusivamente il conglomerato originario, in quanto il contributo alla resistenza di quest'ultimo sarebbe modestissimo. L'unica alternativa alla completa sostituzione degli elementi in cls (con la loro demolizione e ricostruzione) può essere la strada già perseguita con il progetto del 1997 eseguito negli anni 2000-2004, vale a dire la creazione



ANGELINO & ASSOCIATI

Dottori Ingegneri
Edgardo Angelino
Claudio Angelino
Francesco Bollettino
Paolo Piacenza
Alessandro Simoni

di un guscio autoportante, ad esempio in cls, metallico o misto in metallo e fibre, che contenga o affianchi le sezioni in cls originario.

Occorre tuttavia garantire la buona coniugazione della nuova struttura esterna con il vecchio conglomerato, che potrebbe creare problemi di adesione data la sua scarsa consistenza e quindi la forte differenza tra i moduli elastici del vecchio e del nuovo materiale.

Sembra invece da escludersi il consolidamento con sole fibre in composito, proprio per la scarsa affidabilità del materiale originario, che può convenientemente ancora fornire un contributo alla rigidità della struttura (quindi nelle verifiche di deformazione) ma che è prudente non considerare nelle verifiche tensionali; rinforzando con le sole fibre verrebbe cioè a mancare l'elemento resistente a compressione.

In ogni caso, il consolidamento con guscio esterno porterebbe ad un sensibile aumento della sezione originaria degli elementi, dovendosi comunque garantire con un ulteriore rivestimento la necessaria resistenza al fuoco dell'elemento rinforzato; nel caso invece di ricostruzione, la scelta di adeguati materiali e copriferri potrebbe permettere la conservazione delle sezioni originarie.

** ** * * * *

(dr. ing. Francesco BOLLETTINO)

Allegati: rapporto di prova TO-135-11 della Soc., 4EMME

Rapporto R-238 del 17.10.11 Soc. 4EMME per prove di compressione su provini cilindrici

Rapporto R-239 del 17.10.11 Soc. 4EMME per prove di trazione su barre di armatura

INGEGNERIA E ARCHITETTURA

10141 TORINO – Via Millio 41 – Tel. 011 38.51.904 – 011/38.58.695 – Fax 011/38.50.546
e-mail: aea@studioaea.it – P. IVA 08482270017



PROVE IN SITO

LABORATORIO PROVE MATERIALI AUTORIZZ. D.M. 52187 del 28.07.2004



4 EMME SERVICE S.p.A. - 39100 BOLZANO - ITALY - Via L. Zuegg, 20

INDAGINI STRUTTURALI NEL FABBRICATO
EX SNIA VISCOSA – FONDO CITTÀ DI TORINO
VIA FREJUS N° 21-23 - TORINO

PROVE da n. 4929/TO a n. 4932/TO

22 e 23 settembre 2011

Committente: **STUDIO A&A ANGELINO & ASSOCIATI**

Relatore: **geom. Diego Doto**



Panoramica del fabbricato

RIF.: TO-135-11

Torino, 3 ottobre 2011

INDICE

1. PREMESSA	pag. 2
2. INDAGINI MICROSISMICHE - PROVA N. 4929/TO	pag. 3
3. PROVE SCLEROMETRICHE - PROVA N. 4930/TO	pag. 6
4. METODO SONREB	pag. 10
5. PRELIEVO CAROTE E PROVE DI COMPRESSIONE- PROVA N. 4931/TO	pag. 12
6. PRELIEVO BARRE D'ARMATURA - PROVA N° 4932/TO	pag. 14
7. INDAGINI STRUTTURALI	pag. 15

ALLEGATI

- n° 01 disegno con indicazione dei punti di indagine
- n° 01 rapporto di prova di compressione su provini cilindrici in cls
- n° 01 rapporto di prova di trazione di barre

1. PREMESSA

La Società *4 EMME Service S.p.A.*, specializzata nell'esecuzione di prove sperimentali su strutture in sito, è stata incaricata dallo **STUDIO A&A ANGELINO & ASSOCIATI** con sede in **Via Millio n° 41 a Torino**, di eseguire alcune prove su elementi strutturali presso il fabbricato Ex Snia Viscosa – Fondo Città di Torino sito in Via Frejus n° 21 - 23 a Torino.

La scelta degli elementi strutturali da sottoporre a prova, le modalità di prova ed i punti di misura sono stati preventivamente concordati con l'ing. Francesco Bollettino.

Le prove sono state eseguite i giorni 22 e 23 settembre 2011.

Alla esecuzione delle prove ha assistito:

ing. Francesco Bollettino STUDIO A&A ANGELINO & ASSOCIATI;

e per la 4 EMME Service S.p.A.:

geom. Diego Doto;
ing. Alessio Taurino.

2. INDAGINI MICROSISMICHE - PROVA N. 4929/TO

2.1. Descrizione della prova e attrezzatura

Lo scopo dell'intervento è di eseguire un'indagine non distruttiva per il controllo qualitativo di alcuni elementi strutturali del fabbricato in oggetto.

Per l'indagine, svolta con **metodologia diretta**, è stato utilizzato il rilevatore ad ultrasuoni Mod. RP 4000-CSM particolarmente studiato per i controlli ultrasonici dei manufatti in calcestruzzo od altri materiali da costruzione omogenei.

Lo strumento è composto da:

- un emettitore elettrodinamico costituito da un sistema d'alimentazione elettronico, da un generatore d'impulsi elettrici e da un trasduttore d'impulsi elettrici in serie d'oscillazioni meccaniche di tipo SN 1"1/2 50 kHz;
- una sonda ricevitrice a larga banda ad alto guadagno;
- un oscilloscopio con schermo per visualizzare il segnale di ricezione e da un contatore quarzato di precisione per il conteggio del tempo di transito con visualizzatore su display a cristalli liquidi a 4 digit.

L'esecuzione dell'indagine con metodologia diretta consta nel rilevare il tempo di propagazione degli impulsi di vibrazione (ultrasuoni) tra le due sonde perfettamente allineate (trasmittente e ricevente) in precedenza descritte.

La sonda emettitrice produce degli impulsi ultrasonici con una frequenza prestabilita, che sono captati dalla sonda ricevente dopo che tali impulsi hanno attraversato il materiale interposto.

Il tempo di transito è misurato da un contatore quarzato e visualizzato su display.

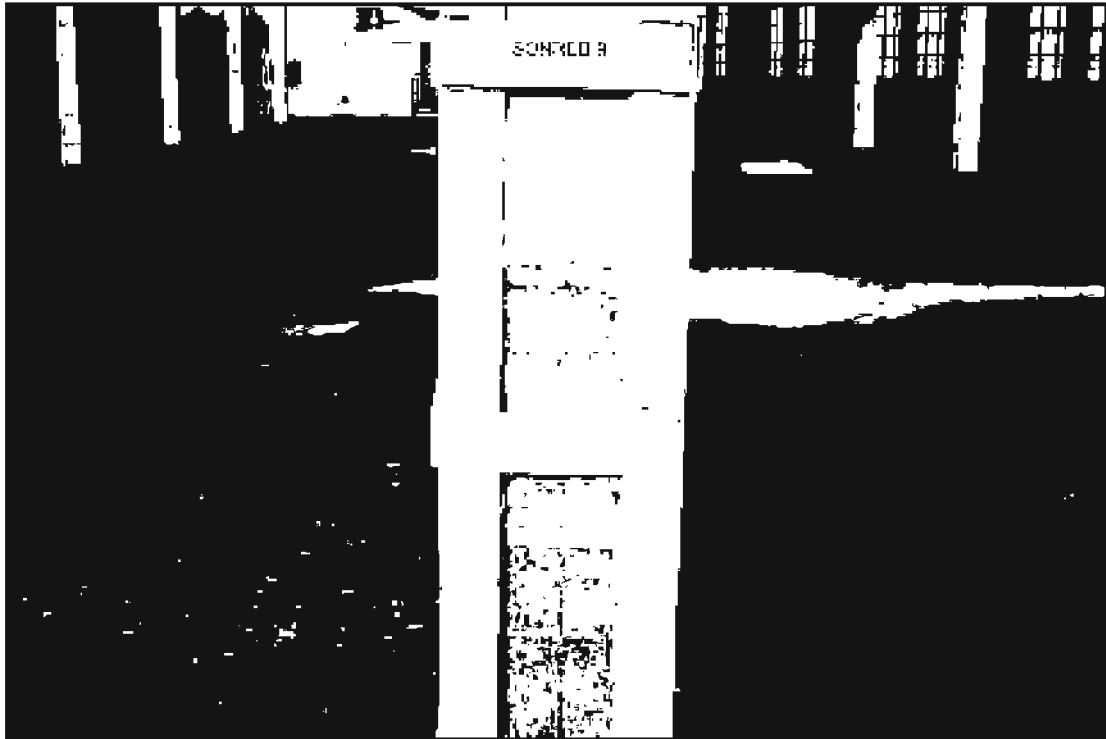
I risultati delle indagini microsismiche sono riportati nel capitolo 2.2.: **“Rapporto dei risultati”**.



RP 4000

2.2. Rapporto dei risultati

Nelle tabelle seguenti sono riportati i parametri rilevati durante l'esecuzione delle misurazioni eseguite su alcuni elementi strutturali in c.a. del fabbricato in oggetto (vedere disegno allegato).



Vista del pilastro n°8



La posizione delle sonde su un pilastro

ULTRASUONI ELEMENTI INDAGATI

Zona n°	Tipologia strutturale	Posizione della misura	Tempo di percorrenza (μs)	Distanza Sonde (cm)	Velocità (m/sec)	Velocità media (m/sec)
1	Pilastro	1-1	143,0	29	2028	2775
		2-2	85,4	29	3396	
		3-3	100,0	29	2900	
2	Pilastro	1-1	130,2	28	2151	2140
		2-2	134,2	28	2086	
		3-3	128,3	28	2182	
3	Pilastro	1-1	221,0	28	1267	1270
		2-2	216,6	28	1293	
		3-3	223,9	28	1251	
4	Pilastro	1-1	91,4	28	3063	2753
		2-2	108,4	28	2583	
		3-3	107,2	28	2612	
5	Pilastro	1-1	169,0	28	1657	2033
		2-2	165,0	28	1697	
		3-3	102,0	28	2745	
6	Pilastro	1-1	215,0	28	1302	1310
		2-2	213,0	28	1315	
		3-3	213,0	28	1315	
7	Pilastro	1-1	134,6	29	2155	2406
		2-2	115,0	29	2522	
		3-3	114,1	29	2542	
8	Pilastro	1-1	126,5	29	2292	2453
		2-2	105,4	29	2751	
		3-3	125,2	29	2316	
10	Trave	1-1	210,0	28	1333	1546
		2-2	160,0	28	1750	
		3-3	180,0	28	1556	

3. PROVE SCLEROMETRICHE - PROVA N. 4930/TO

3.1. Descrizione della prova e attrezzatura

L'indagine per determinare la resistenza alla compressione di manufatti di calcestruzzo, è stata eseguita seguendo la normativa UNI 12504-2 tramite uno strumento denominato Sclerometro Schmidt Modello NR, con energia d'impatto pari a 2,207 J.

Prima e dopo l'esecuzione delle prove lo strumento è sottoposto ad una verifica in laboratorio sull'incudine di taratura.

Il suo funzionamento si basa sul rimbalzo di una massa battente d'acciaio, attivata da una molla, che contrasta un'asta di percussione a contatto sulla superficie del manufatto di calcestruzzo. Il valore del rimbalzo (denominato indice di rimbalzo o sclerometrico) della massa battente è misurato mediante un indice di lettura trascinato su una scala lineare alloggiata nella cassa dello strumento. In particolare questo tipo di sclerometro è dotato di un dispositivo grafico in grado di registrare su apposito nastro di carta le battute effettuate.

Scopo dell'indagine è determinare la resistenza meccanica a compressione di alcuni elementi strutturali del fabbricato in oggetto. La superficie indagata è stata scelta sempre ad una distanza maggiore di 6 cm dallo spigolo dell'elemento. Ogni zona è stata preventivamente pulita con pietra abrasiva al carborundum e lo strumento è stato accuratamente posto perpendicolare alla superficie.



Lo sclerometro e l'incudine di taratura

3.2. Rapporto dei risultati

Nella tabella allegata sono riportati i parametri rilevati durante l'esecuzione delle prove sclerometriche (vedere disegno allegato).

NOTA BENE: i valori di R_{mc} del calcestruzzo riportati nell'ultima colonna delle tabelle sono ricavati dalla curva fornita dal costruttore dello strumento, valida solo per calcestruzzi recenti che non hanno risentito del processo di carbonatazione. Pertanto solo gli indici di rimbalzo sono stati utilizzati per elaborare i dati col metodo SONREB (vedere paragrafo 4).



Le battute sclerometriche sul pilastro 2

BATTUTE SCLEROMETRICHE SUI PILASTRI

Zona n°	Tipologia strutturale	Angolo d'impatto	Indice di rimbalzo										Media	Rmc (N/mm ²)
1	Pilastro	Orizzontale	48	56	53	58	47	43	48	55	46	44	50	61,7
2	Pilastro	Orizzontale	44	50	48	44	42	42	50	48	44	42	45	52,8
3	Pilastro	Orizzontale	42	47	35	32	36	41	44	40	50	50	42	45,7
4	Pilastro	Orizzontale	42	39	38	44	40	46	41	38	39	37	40	43,2
5	Pilastro	Orizzontale	44	35	34	36	43	46	46	46	43	40	41	44,9
6	Pilastro	Orizzontale	35	42	33	33	34	39	38	42	40	43	38	38,6
7	Pilastro	Orizzontale	38	38	45	38	39	41	39	41	34	39	39	41,0
8	Pilastro	Orizzontale	36	35	42	37	40	38	39	39	37	36	38	38,6

BATTUTE SCLEROMETRICHE SULLE TRAVI

Zona n°	Tipologia strutturale	Angolo d'impatto	Indice di rimbalzo										Media	Rmc (N/mm ²)
9	Trave	Orizzontale	31	35	31	33	32	33	34	30	32	34	33	29,2
10	Trave	Orizzontale	49	47	40	46	42	38	38	50	46	50	45	51,2
11	Trave	Orizzontale	33	32	30	32	32	34	32	35	30	28	32	28,0
12	Trave	Orizzontale	32	34	36	36	38	28	38	26	28	34	33	30,1
13	Trave	Orizzontale	40	42	36	38	30	28	34	40	36	32	36	34,5
14	Trave	Orizzontale	40	30	34	34	28	24	32	40	32	34	33	29,7
15	Trave	Orizzontale	28	28	24	26	26	24	28	24	28	26	26	19,1

4. METODO SONREB

Per correlare i dati ricavati con le due metodologie sopra descritte è stato sviluppato il metodo combinato SONREB (SONic + REBound = ultrasuoni+sclerometro).

Si è infatti notato che il contenuto di umidità fa sottostimare l'indice sclerometrico e sovrastimare la velocità ultrasonica, e che, all'aumentare dell'età del calcestruzzo, l'indice sclerometrico aumenta mentre la velocità ultrasonica diminuisce. L'uso combinato delle due prove consente quindi di compensare in parte gli errori commessi usando singolarmente le due metodologie.

L'applicazione del metodo Sonreb richiede la valutazione dei valori locali della velocità ultrasonica V e dell'indice di rimbalzo S , a partire dai quali è possibile ottenere la resistenza del calcestruzzo R_c mediante espressioni del tipo:

$$R_c = a V^b S^c$$

In bibliografia vengono fornite numerose espressioni; segnaliamo le più comunemente utilizzate:

$$[1] \quad R_c = 9,27 \cdot 10^{-11} \cdot S^{1,4} \cdot V^{2,6}$$

$$[2] \quad R_c = 8,06 \cdot 10^{-8} \cdot S^{1,246} \cdot V^{1,85}$$

$$[3] \quad R_c = 1,2 \cdot 10^{-9} \cdot S^{1,058} \cdot V^{2,446}$$

in cui R_c è la resistenza cubica a compressione (in N/mm²), S è l'indice sclerometrico e V è la velocità ultrasonica (in m/s).

[1] RILEM, 1993. NDT 4 Recommendations for in situ concrete strength determination by combined non-destructive methods, Compendium of RILEM Technical Recommendations, E&FN Spon, London.

[2] J. Gasparik, 1992. Prove non distruttive nell'edilizia. Quaderno didattico AIPnD, Brescia.

[3] Di Leo, G. Pascale, 1994. Prove non distruttive sulle costruzioni in c.a. Il giornale delle prove non distruttive, n. 4.

Le tabelle seguenti riportano i valori ottenuti e l'elaborazione col metodo SONREB suddividendo le diverse tipologie degli elementi strutturali indagati:

ZONA N°	Tipologia strutturale	Indice rimbalzo	Velocità ultrasuoni m/sec	Curva Son Reb RILEM Rc [N/mm ²]	Curva Son Reb GASPARIK Rc [N/mm ²]	Curva Son Reb DI LEO-PASCALE Rc [N/mm ²]
1	Pilastro	50	2775	19,7	24,6	19,8
2	Pilastro	45	2140	8,8	13,6	9,5
3	Pilastro	42	1270	2,0	4,6	2,4
4	Pilastro	40	2753	14,4	18,7	15,6
5	Pilastro	41	2033	6,8	11,0	7,6
6	Pilastro	38	1310	1,9	4,4	2,4
7	Pilastro	39	2406	9,8	14,0	10,9
8	Pilastro	38	2453	9,8	13,9	11,0
10	Trave	45	1546	3,7	7,4	4,3

5. PRELIEVO CAROTE E PROVE DI COMPRESSIONE - PROVA N. 4931/TO

Sono state eseguite tramite una carotatrice n° 2 estrazioni di provini cilindrici per la valutazione della resistenza meccanica a compressione del calcestruzzo, nelle seguenti posizioni:

Contrassegno provino	Elemento strutturale	Carbonatazione cm
C1	Trave T9	10,5
C2	Trave T10	7,5

Dopo l'estrazione, i provini sono stati inviati al laboratorio ufficiale "4 EMME Service S.p.a." con sede in Via Scarsellini n° 13 a Milano, dove in seguito a taglio e rettifica delle superfici di pressione (rapporto H/D = 1), sono stati sottoposti a prova per la determinazione della resistenza meccanica a compressione secondo la norma UNI EN 12390-3.

I risultati ottenuti sono riportati sul rapporto di prova n° 238 del 17/10/2011 del laboratorio ufficiale 4 EMME Service S.p.a. di Milano, allegato alla relazione. I valori di resistenza alla compressione riportati nel certificato allegato, espressi in N/mm², sono riferiti alla resistenza cilindrica dei provini. I coefficienti di conversione fra resistenza cilindrica e cubica sono tratti dalle "Linee guida per la messa in opera del calcestruzzo strutturale e per la valutazione delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo indurito mediante prove non distruttive" edite dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici nel Febbraio 2008.

Contrassegno provino n°	Rapporto altezza e diametro h/D	Fattore di correzione per snellezza (vedi tabella)	Resistenza a compressione cilindrica N/mm ²	Coefficiente conversione resistenza cilindro/cubica	Resistenza a compressione cubica N/mm ²
C1	1	0,81	19,5	1,25	19,7
C2	1	0,81	15,0	1,25	15,2



Provino cilindrico C1



Provino cilindrico C2

6. PRELIEVO BARRE D'ARMATURA - PROVA N° 4932/TO

Sono stati eseguiti n° 2 prelievi di barre d'armatura per la valutazione della resistenza meccanica a trazione.

Dopo il prelievo, le barre sono state inviate al laboratorio ufficiale *4 EMME Service S.p.a.* a Milano e sono state sottoposte a prova per la determinazione della resistenza meccanica a trazione secondo le norme UNI EN ISO 15630/1.

I risultati ottenuti sono riportati sul rapporto di prova n° 239 del 17/10/2011 del laboratorio ufficiale *4 EMME Service S.p.a.* di Milano, allegato alla relazione.

- Fe 1: prelievo dall'intradosso della trave compresa tra T10 e T11 (vedere disegno allegato): ferro tondo liscio diam. 16 mm;
- Fe 2: prelievo dall'intradosso della trave T9 (vedere disegno allegato): ferro tondo liscio diam. 16 mm.

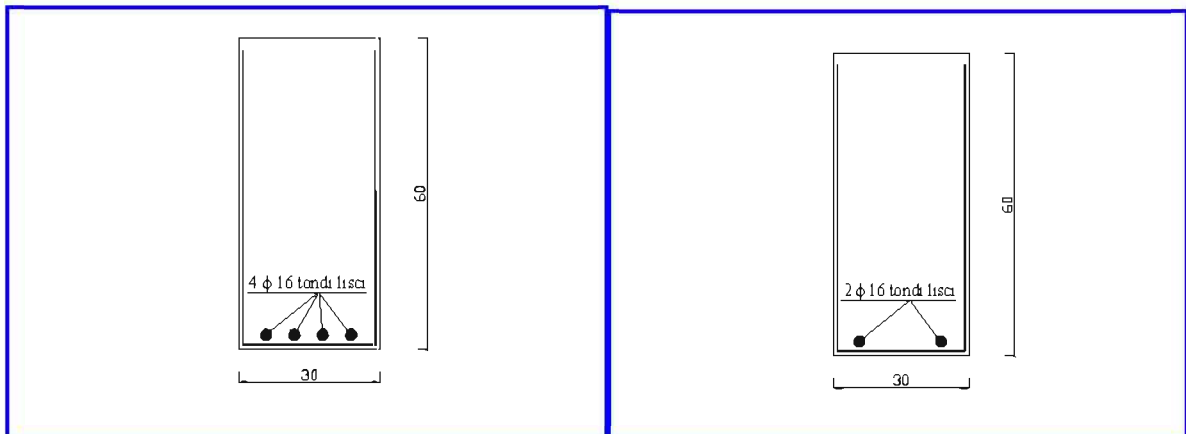


Zona di prelievo del Ferro Fe 1

7. INDAGINI STRUTTURALI

Scopo dell'indagine era determinare le caratteristiche di un elemento strutturale del fabbricato in oggetto. Pertanto è stato realizzato un sondaggio in mezzeria e uno in corrispondenza di un appoggio della Trave 9, con i seguenti risultati:

- Armature mezzeria: n° 4 ϕ 16 (tondi lisci);
- Armature appoggio: n° 2 ϕ 16 (tondi lisci);



Sezione della trave in mezzeria

Sezione della trave all'appoggio

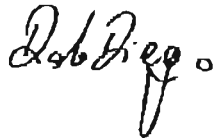


Particolare del sondaggio in corrispondenza dell'appoggio


Tutti i dati riportati nella relazione sono stati ricavati dai certificati originali allegati e dai rilievi eseguiti in sito.

Torino, 3 ottobre 2011

Il Relatore
Geom. Diego Doto



4 EMME Service S.p.a.
il Direttore del Centro di Torino
Arch. Alberto Capussotto



RELAZIONE REVISIONATA DA:

Ing. Alessio Taurino





4 EMME Service S.p.A.

Planimetria con indicata
la posizione
dei punti d'indagine

Prove n° 4929-32/TO



LABORATORIO PROVE MATERIALI

4 EMME Service S.p.A.

Via Scarsellini, 13 20161 Milano - Italia
e-mail: laboratorio.mi@4emme.it www.4emme.it



4 EMME SERVICE Spa via L. Zuegg, 20 39100 Bolzano - Italy Tel. 0471-543182 Fax. 0471-543180 P.I. 01288130212
Iscr. Trib. BZ 13963/14420 - REA 13963 - C.C.I.A.A. BZ 111601 - Cap. Soc. 500.000,000 Euro - Cassa di Risparmio BZ Ag. 1 IBAN IT11 N060 4511 6010 0000 0921 400

Pagina 1 di 1

RAPPORTO

PROVA DI COMPRESSIONE SU PROVINI CILINDRICI

UNI EN 12390-3

Rapporto n.

238

del

17/10/2011

V.A. N. 190

del 28/09/2011

Intestatario

Studio A&A Angelino associati - via Millio 41, 10141 Torino

Impresa

n.d.

Cantiere

ex Snia Viscosa, fondo città di Torino - via Frejus 21-23, Torino

Direttore dei Lavori

n.d.

Committente

Studio A&A Angelino associati - via Millio 41, 10141 Torino

Contrassegno	Data estrazione dichiarata	Riferimento struttura	Rettifica (*)	Dimensioni		Massa Volumica [kg/m ³]	Resistenza a compressione $f_{u,cal}$ [N/mm ²]	Tipo rottura (**)	Data prova
				∅	h				
C1	22/09/2011	Trave T9	R	114	114	2597	19,5	S	13/10/2011
C2	22/09/2011	Trave T10	R	114	114	2456	15,0	S	13/10/2011

(*) R rettificato

NR non rettificato perché conforme alla norma

(**) S rottura soddisfacente

NS rottura non soddisfacente

La prova è stata effettuata su n. 02 provini.

La prova è stata eseguita con macchina Controls C5600/* matricola 08004992.

Il direttore lavori ha firmato l'ordine di prova Sì No

Osservazioni: nel campione C1 era presente 1 barra d'armatura d. 18 mm.

Lo Sperimentatore

geom. Maurizio Negri

Il Direttore del Laboratorio

dott. ing. Luciano Ceschel



LABORATORIO PROVE MATERIALI

4 EMME Service S.p.A.

Via Scarsellini, 13 20161 Milano – Italia
e-mail: laboratorio.mi@4emme.it www.4emme.it



4 EMME SERVICE Spa via L. Zuegg, 20 39100 Bolzano – Italy Tel. 0471-543182 Fax. 0471-543180 P.I. 01288130212
Iscr. Trib. BZ 13963/14420 - REA 13963 - C.C.I.A.A. BZ 111601 - Cap. Soc. 500.000,000 Euro - Cassa di Risparmio BZ Ag. 1 IBAN IT11 N060 4511 6010 0000 0921 400

Pagina 1 di 1

RAPPORTO DI PROVA

PROVA DI TRAZIONE E PIEGAMENTO SU CAMPIONI DI BARRE PER C.A.

UNI EN ISO 15630/1

Rapporto n. **239** del **17/10/2011** V.A. N. 190 del 28/09/2011

Intestatario **Studio A&A Angelino associati – via Millio 41, 10141 Torino**
 Impresa **n.d.**
 Cantiere **ex Snia Viscosa, fondo città di Torino – via Frejus 21-23, Torino**
 Direttore dei Lavori **n.d.**
 Committente **Studio A&A Angelino associati – via Millio 41, 10141 Torino**

Contrass.	Ø nom. [mm] (*)	Ø eff. [mm] (*)	Sezione [mm ²]	Tensione snerv. f _y [N/mm ²]	Tensione rott. f _t [N/mm ²]	f _t / f _y (**)	Allungam. Ag% (***)	Piegam. e raddrizz. (****)
Fe-1	16	15,64	192,17	266,6	360,7	1,35	19,2	Non eseguito
Fe-2	16	15,87	197,73	284,0	381,7	1,34	19,2	Non eseguito

Marchio di laminazione riscontrato

Non rilevato

Acciaieria: -

Inclusa nell'edizione aggiornata del catalogo degli Acciai Qualificati emesso dal S.T.C. della Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

(*) Deviazione ammissibile della massa nominale per $\varnothing \leq 8$ mm è $\pm 6\%$, mentre per $\varnothing > 8$ mm è $\pm 4,5\%$.

(**) Requisiti per acciaio: B450C: $1,13 \leq f_t/f_y \leq 1,37$ – B450A $f_t/f_y \geq 1,03$.

(***) Allungamento prescritto: B450C $\geq 6\%$ – B450A $\geq 2\%$.

(****) Solo piegamento per provette $\varnothing \leq 12$ mm.

La prova è stata effettuata su n. 02 provini il giorno 13/10/2011.

Il Direttore dei Lavori ha firmato l'ordine di prova Sì No

La prova è stata eseguita con macchina Controls C 807 matricola 03074442.

Osservazioni: le barre sottoposte a prova sono state prelevate da un edificio esistente; per questo motivo non è stato rilevato il marchio dell'acciaieria e non si è eseguita la prova di piegamento.

Lo Sperimentatore

geom. Maurizio Negri

Il Direttore del Laboratorio

dott. ing. Luciano Ceschi