

Risultati dei controlli non distruttivi eseguiti sui calcestruzzi facenti parte delle strutture dell'edificio

Richiedente:

Incarico:

1. GENERALITA'

Nei giorni 19 e 25 marzo 2004 presso l'edificio di cui al titolo sono state effettuate prove non distruttive su alcuni elementi strutturali in cemento armato.

Le prove non distruttive eseguite in situ sono le seguenti:

- individuazione della posizione delle armature;
- misure dell'indice di rimbalzo con sclerometro;
- misure della velocità di propagazione di ultrasuoni.

Le prove e le misure sono state condotte sugli elementi strutturali di seguito descritti, nelle posizioni indicate nelle planimetrie schematiche riportate nelle figure da 1 a 4; nella tabella 1 sono indicate, per ciascun punto d'indagine, le prove ivi eseguite.

Nelle fotografie riportate nelle figure da 5 a 24, sono illustrati alcuni particolari delle zone di misura e di prova.

L'ESPERIMENTATORE

IL RESPONSABILE TECNICO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

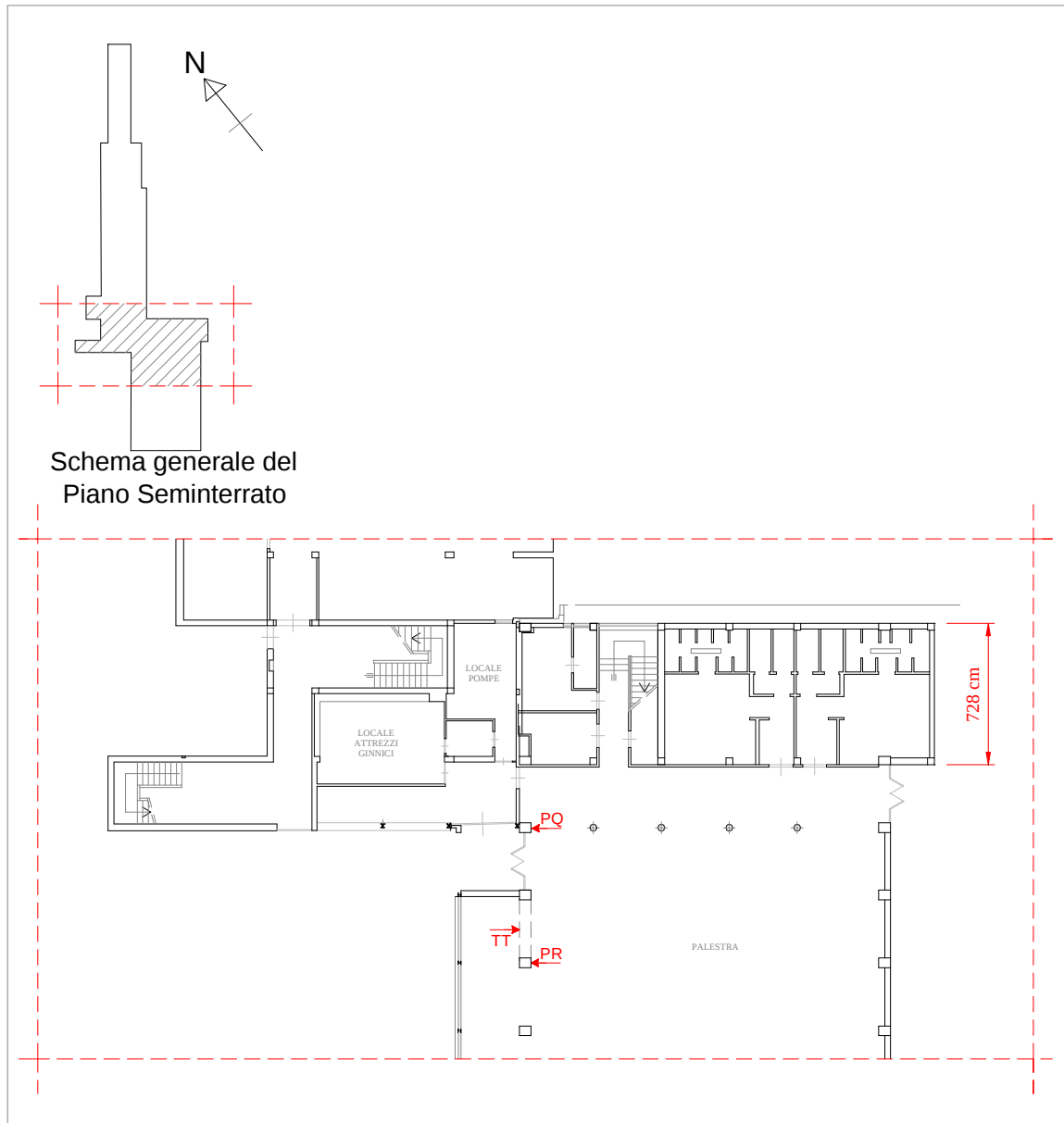


Figura 1 - Planimetria schematica del piano seminterrato dell'edificio.

L'ESPERIMENTATORE

IL RESPONSABILE TECNICO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO



IL RESPONSABILE TECNICO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

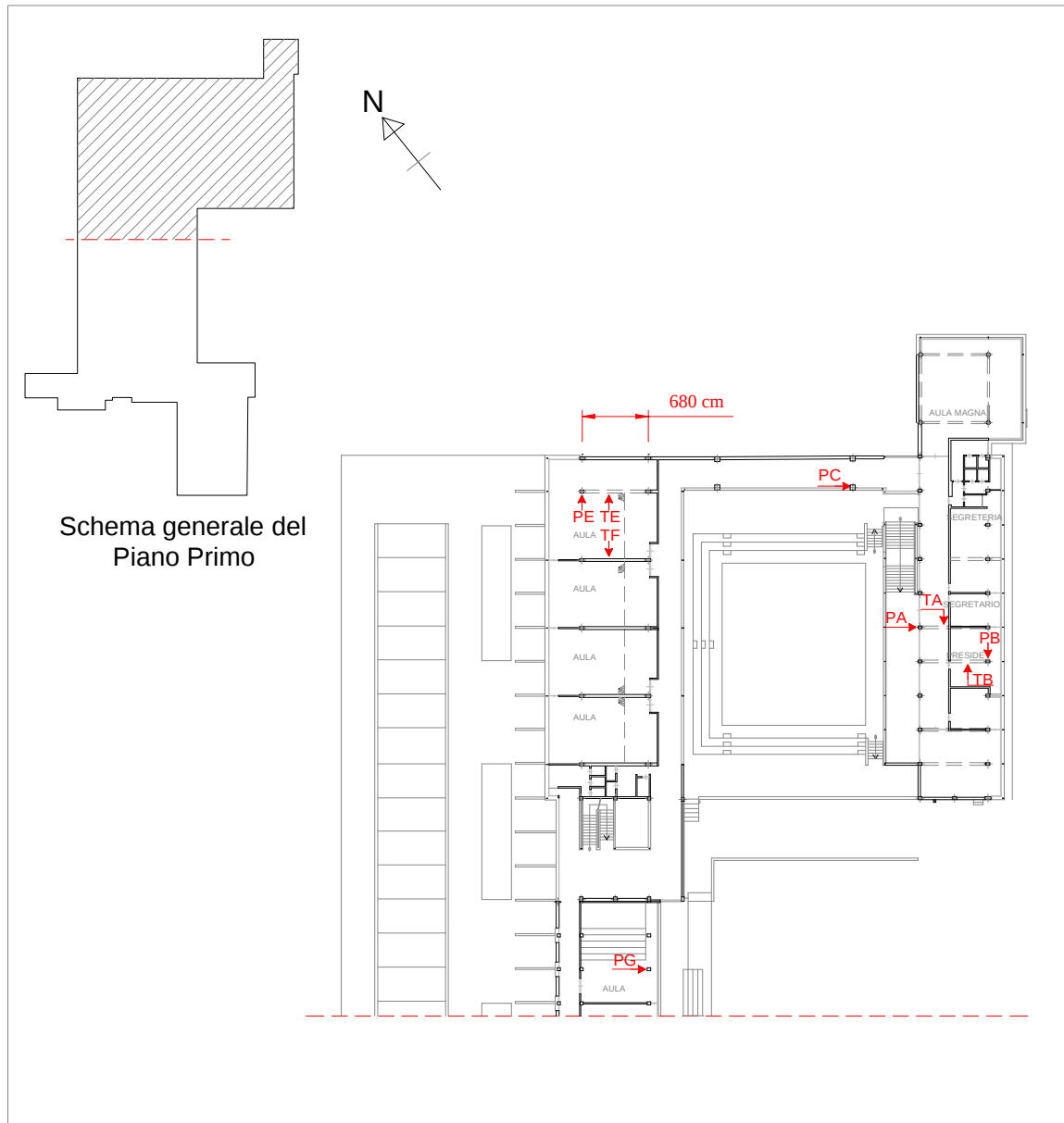


Figura 3 - Planimetria schematica del piano primo dell'edificio.

L'ESPERIMENTATORE

IL RESPONSABILE TECNICO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

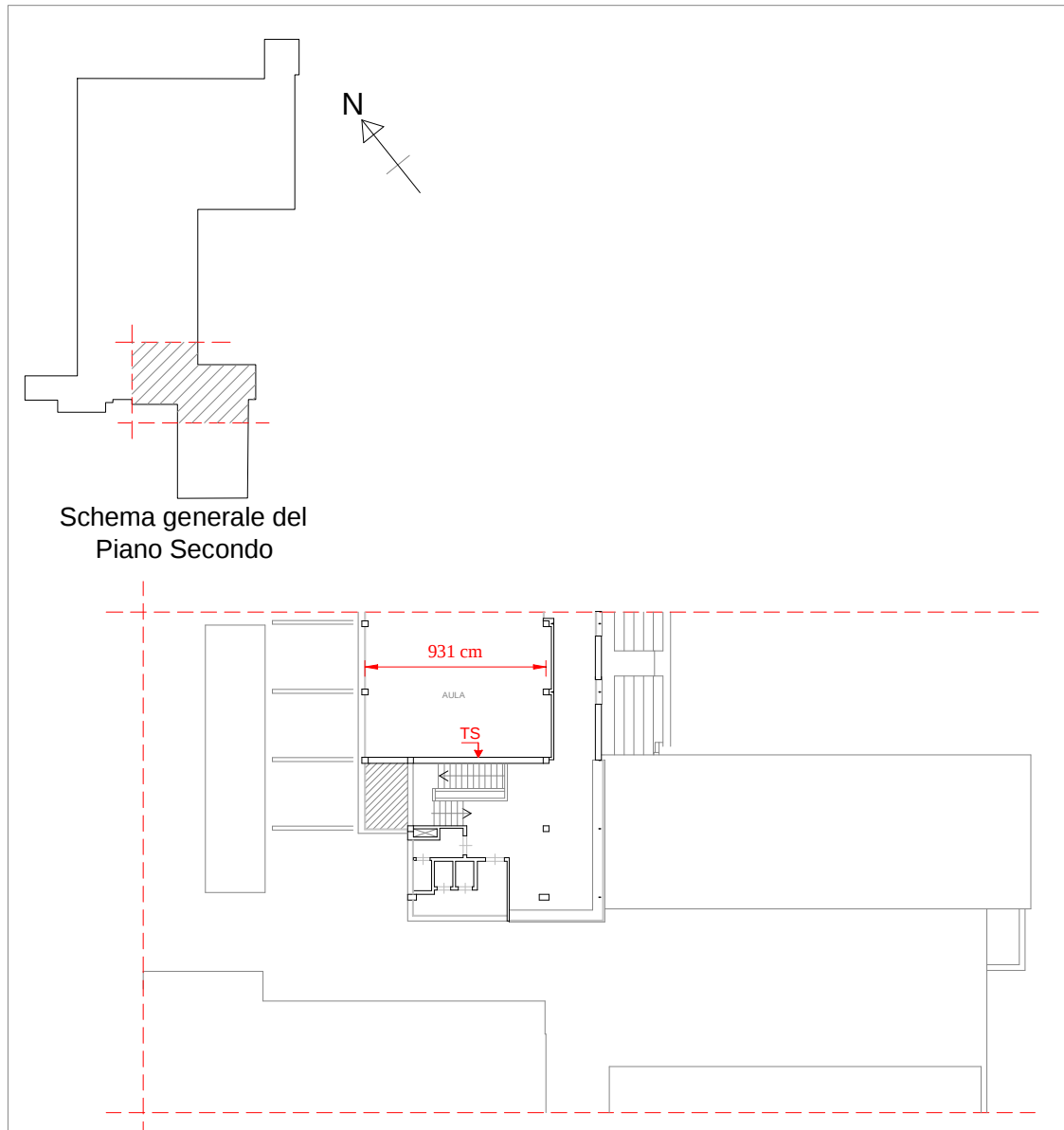


Figura 4 - Planimetria schematica del piano secondo dell'edificio.

L'ESPERIMENTATORE

IL RESPONSABILE TECNICO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Tabella 1 – Punti di misura e indagini eseguite sui calcestruzzi

Punto di indagine	Elemento strutturale	Rilievo posizione armature	Punti di misura sclerometro	Punti di misura velocità ultrasuoni
PQ	Pilastro piano seminterrato	v. fig.5	---	---
PR	Pilastro piano seminterrato	v. fig.6	---	---
TT	Trave piano seminterrato	v. fig.7	---	---
PH	Pilastro piano terra	v. fig.8	---	---
PL	Pilastro piano terra	v. fig.9	---	---
PO	Pilastro piano terra	v. fig.10	---	---
PP	Pilastro piano terra	v. fig.11	---	---
TH	Trave piano terra	v. fig.12	---	---
TM	Trave piano terra	v. fig.13	---	TM1-TM1', TM2-TM2'
TU	Trave piano terra	v. fig.14	---	---
PA	Pilastro 1° piano	v. fig.15	PA1, PA2, PA3, PA1', PA2', PA3'	PA1-PA1', PA2-PA2', PA3-PA3'
PB	Pilastro 1° piano	v. fig.16	PB1, PB2	PB1-PB1', PB2-PB2'
PC	Pilastro 1° piano	v. fig.17	PC1, PC2	PC1-PC1', PC2-PC2'
PE	Pilastro 1° piano	v. fig.18	PE1, PE2	PE1-PE1', PE2-PE2'
PG	Pilastro 1° piano	v. fig.19	PG1, PG2, PG3	PG1-PG1', PG2-PG2', PG3-PG3'
TA	Trave 1° piano	v. fig.20	TA1, TA2, TA3, TA1', TA2', TA3'	TA1-TA1', TA2-TA2', TA3-TA3'
TB	Trave 1° piano	v. fig.21	TB1, TB2, TB3	TB1-TB1', TB2-TB2', TB3-TB3'
TE	Trave 1° piano	v. fig.22	---	---
TF	Trave 1° piano	v. fig.23	---	---
TS	Trave 2° piano	v. fig.24	---	---

L'ESPERIMENTATORE

IL RESPONSABILE TECNICO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

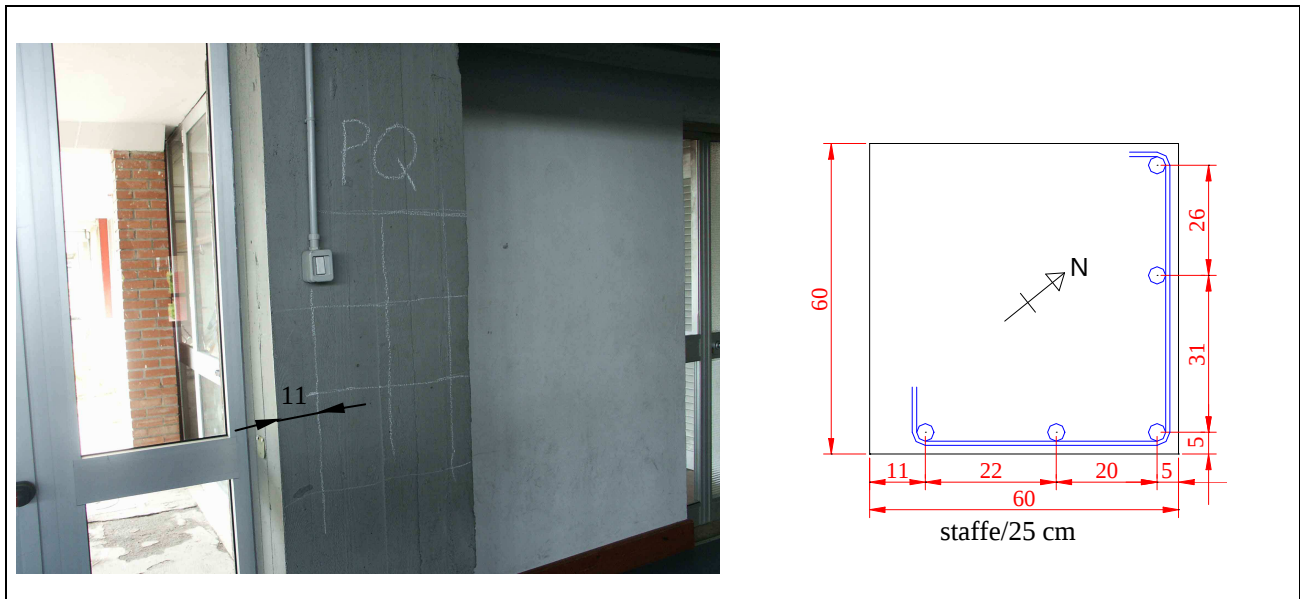


Figura 5 - Pilastro PQ, piano seminterrato.

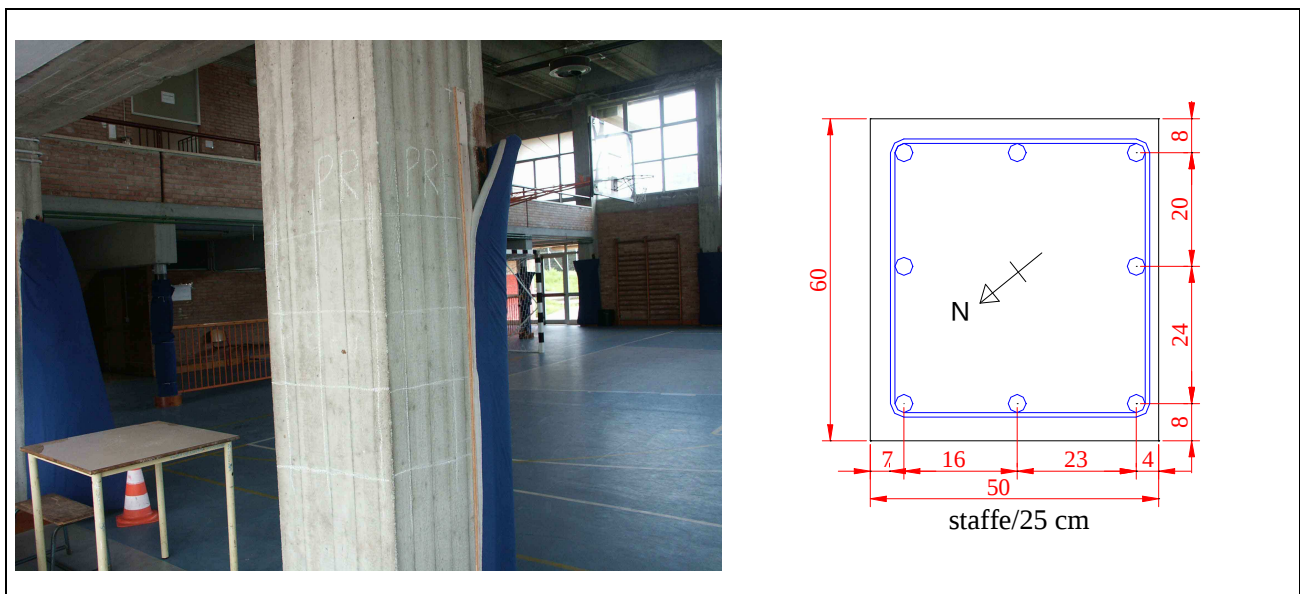


Figura 6 - Pilastro PR, piano seminterrato.

L'ESPERIMENTATORE

IL RESPONSABILE TECNICO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

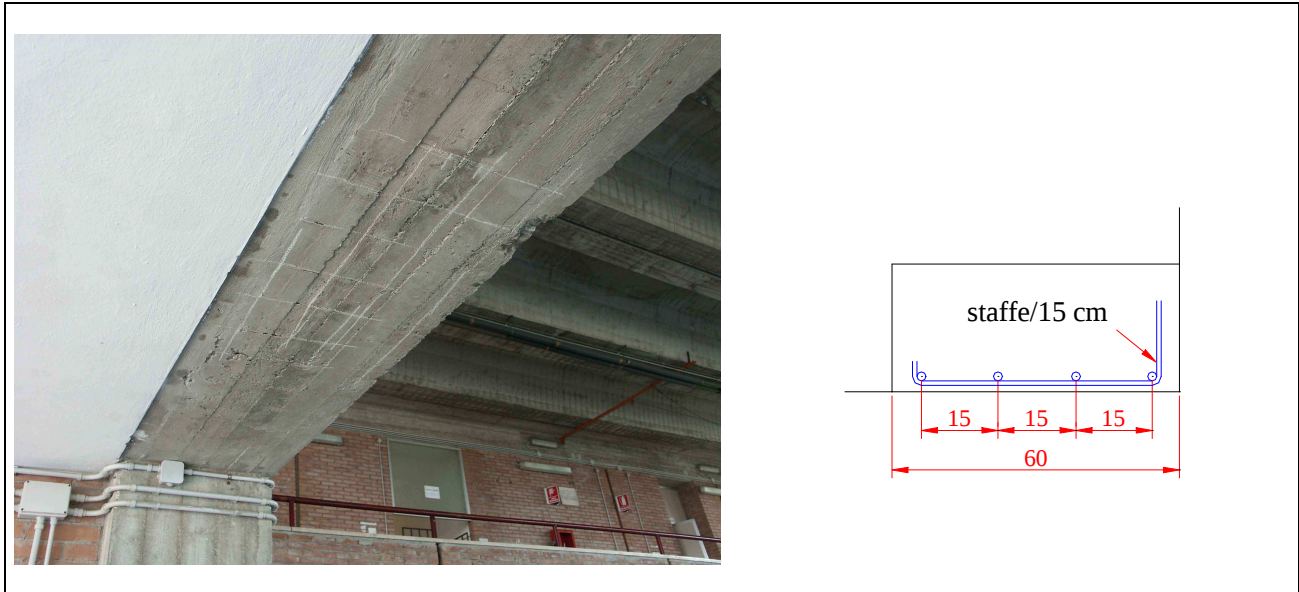


Figura 7 – Trave TT, piano seminterrato.

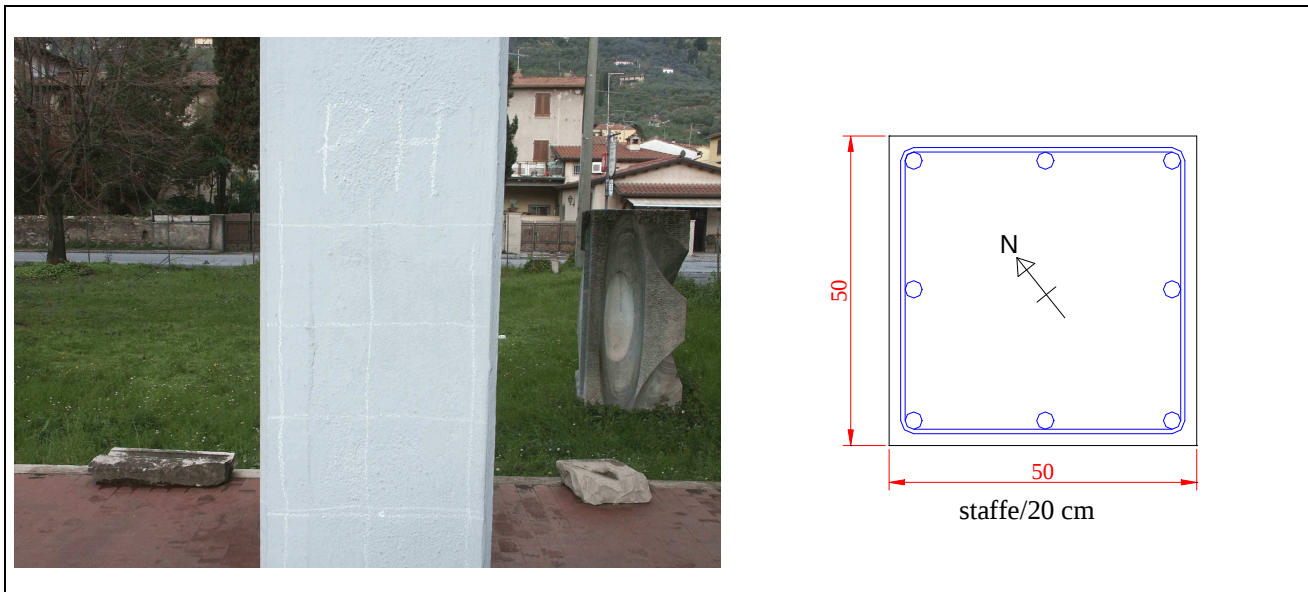


Figura 8 - Pilastro PH, piano terra.

L'ESPERIMENTATORE

IL RESPONSABILE TECNICO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

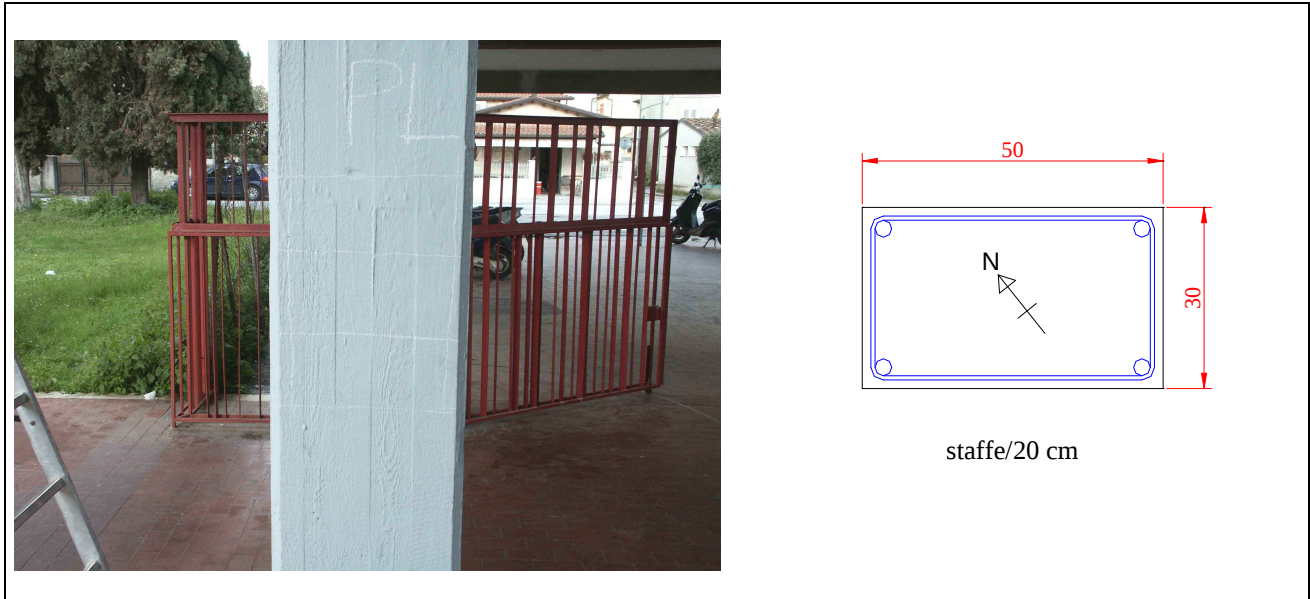


Figura 9 - Pilastro PL, piano terra.

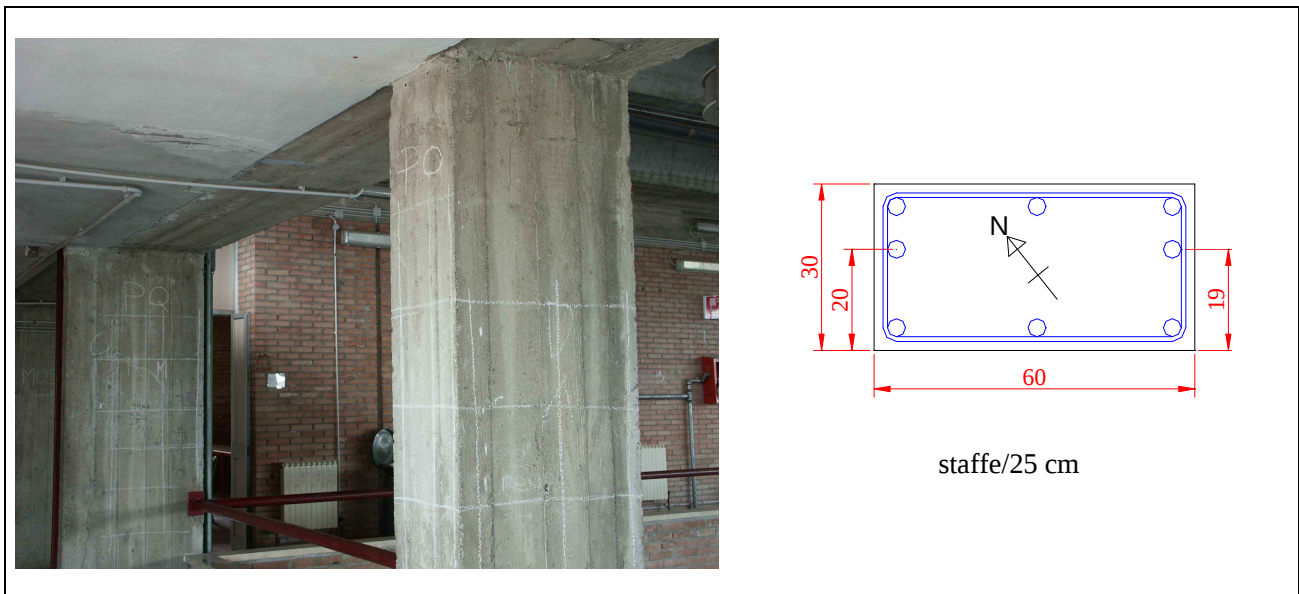


Figura 10 - Pilastro PO, piano terra.

L'ESPERIMENTATORE

IL RESPONSABILE TECNICO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

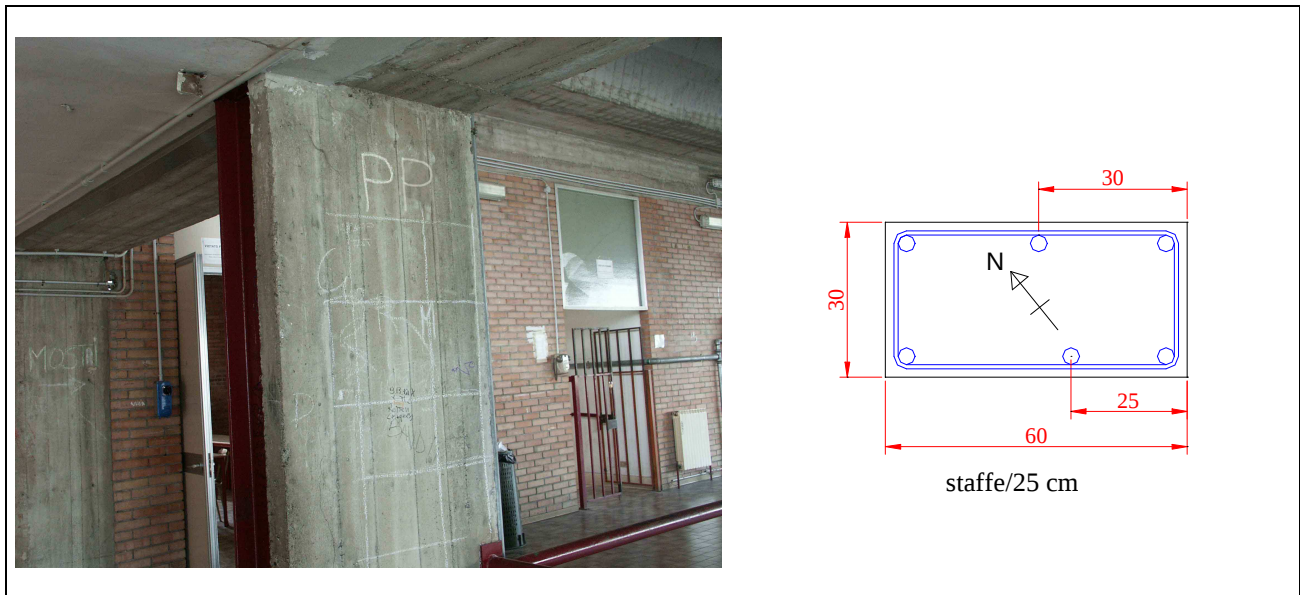


Figura 11 - Pilastro PP, piano terra.

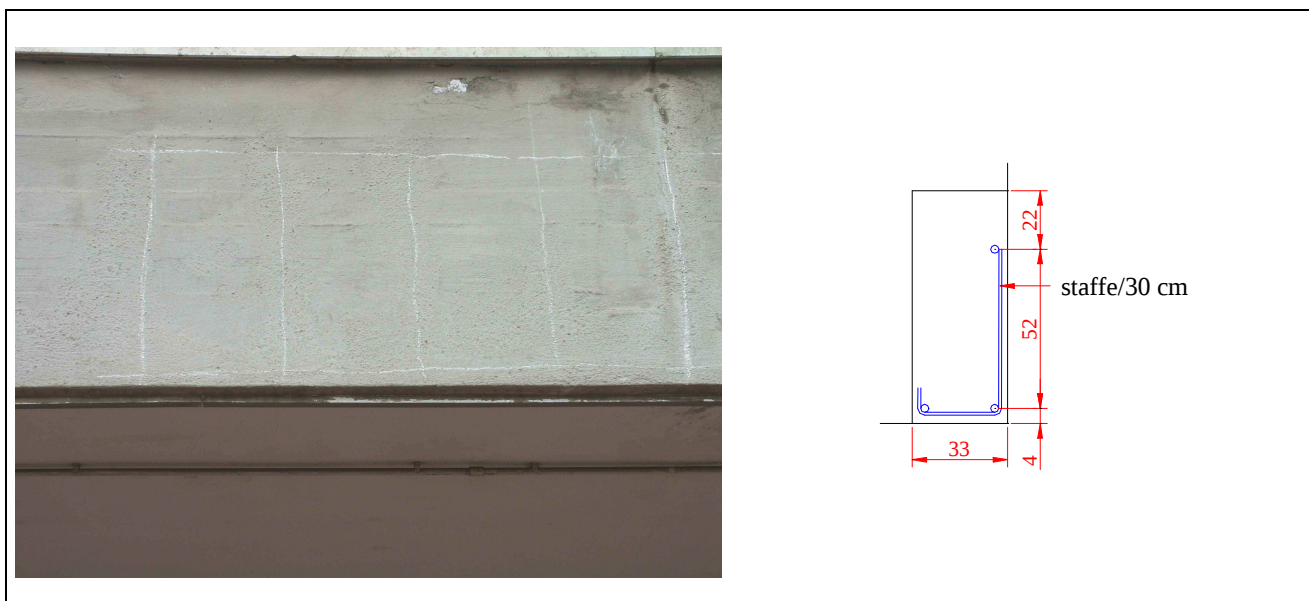


Figura 12 – Trave TH, piano terra.

L'ESPERIMENTATORE

IL RESPONSABILE TECNICO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

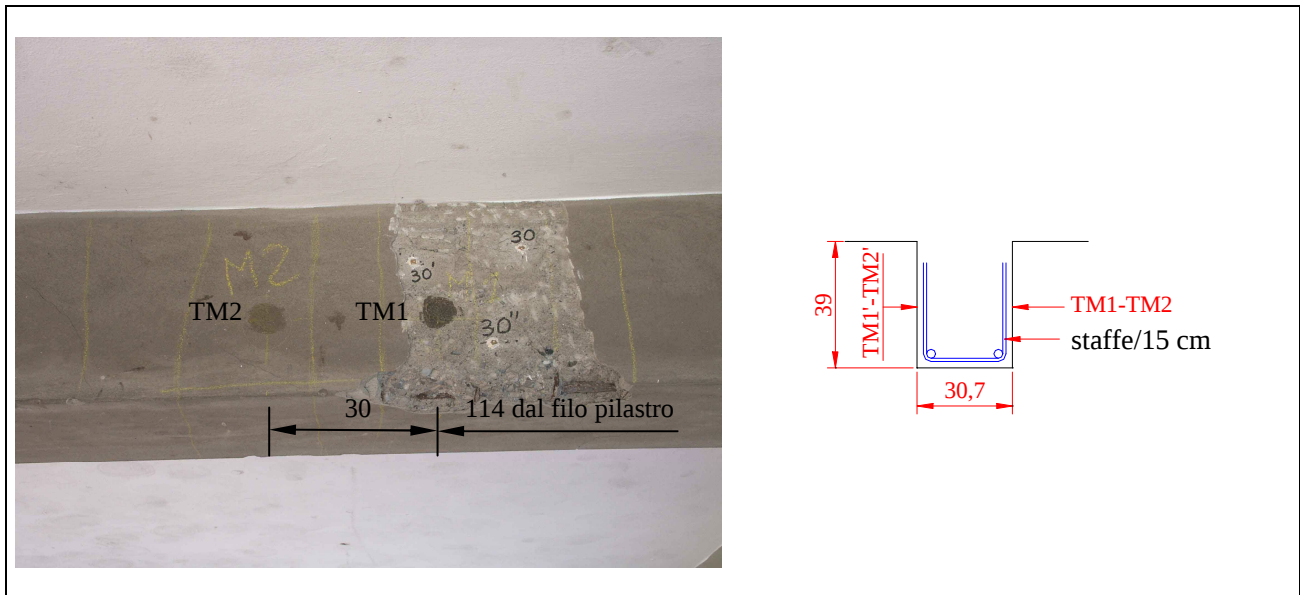


Figura 13 – Trave TM, piano terra.



Figura 14 – Trave TU, piano terra.

L'ESPERIMENTATORE

IL RESPONSABILE TECNICO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

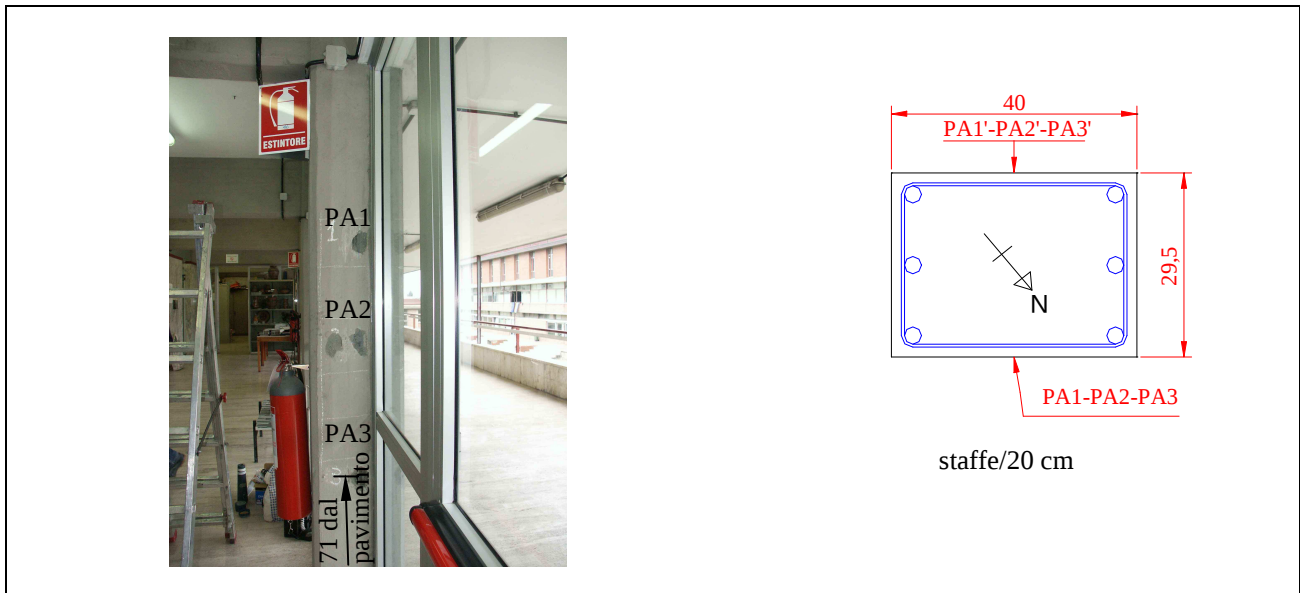


Figura 15 - Pilastro PA, piano primo.

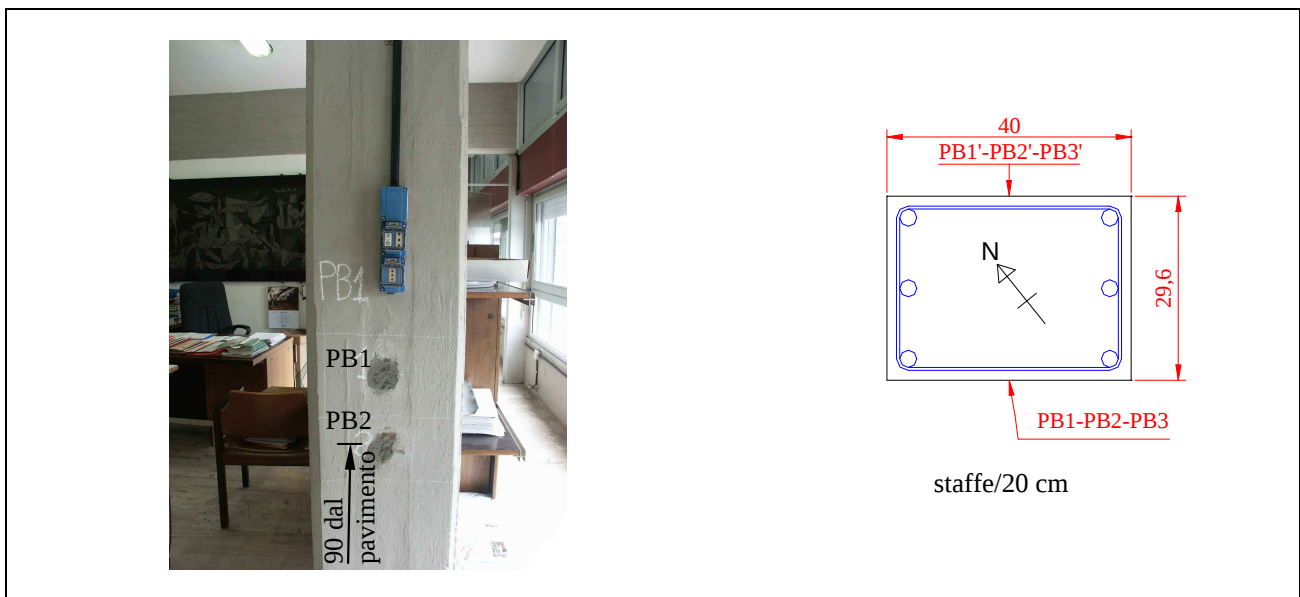


Figura 16 - Pilastro PB, piano primo.

L'ESPERIMENTATORE

IL RESPONSABILE TECNICO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

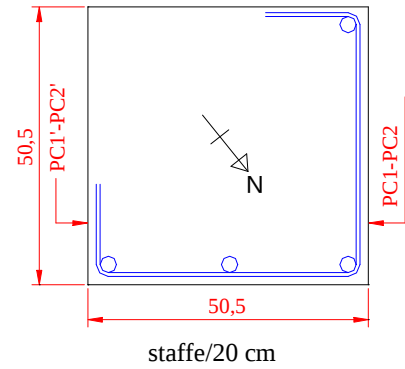
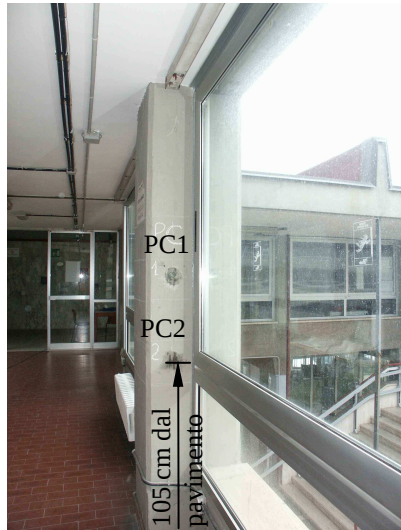


Figura 17 - Pilastro PC, piano primo.

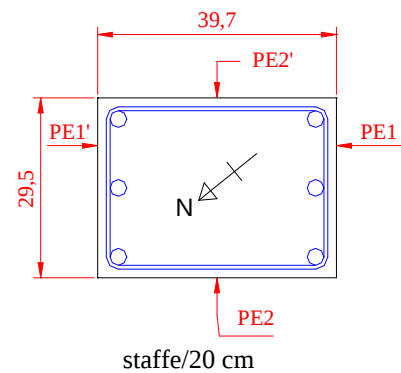


Figura 18 - Pilastro PE, piano primo.

L'ESPERIMENTATORE

IL RESPONSABILE TECNICO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

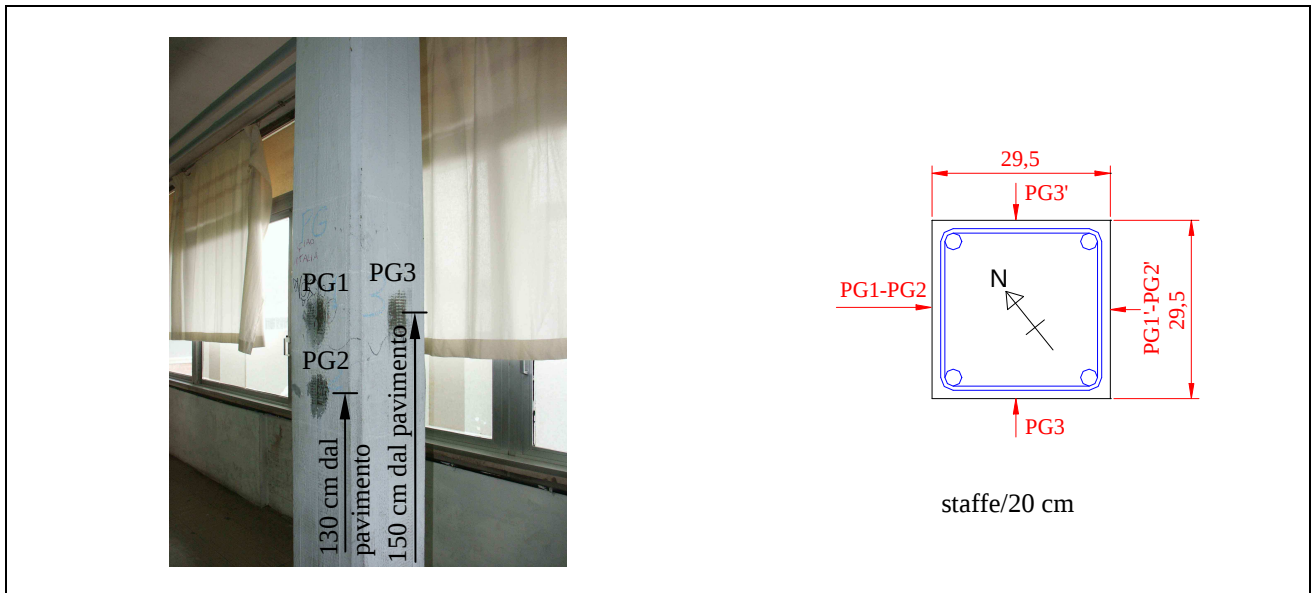


Figura 19 - Pilastro PG, piano primo.

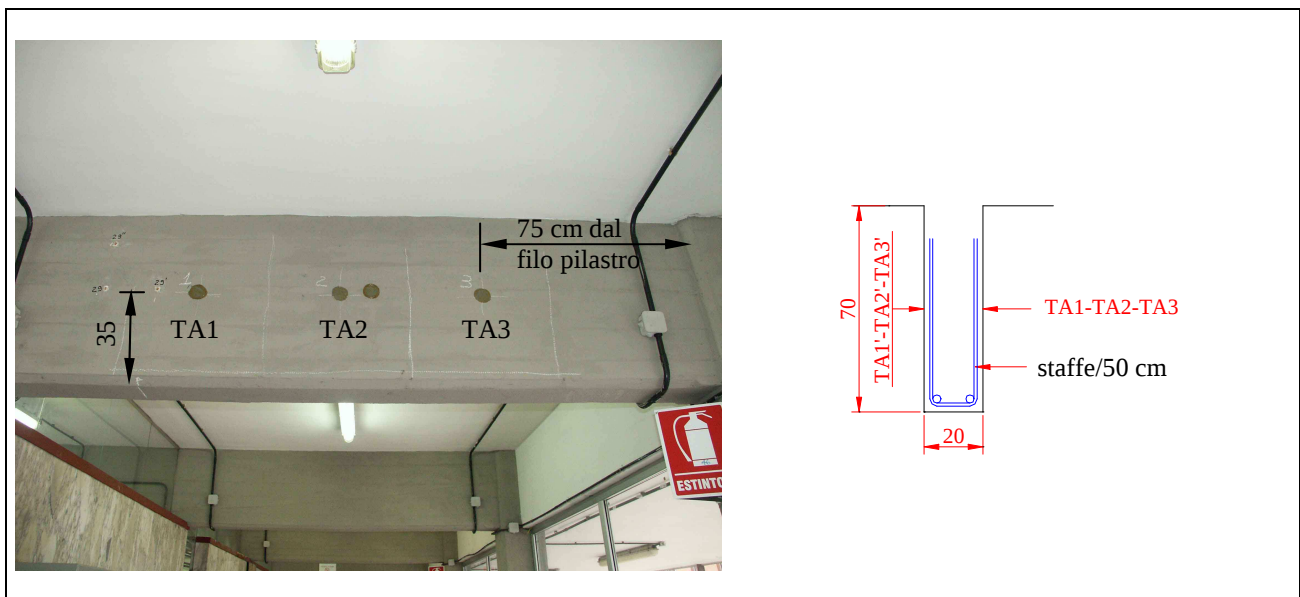


Figura 20 - Trave TA, piano primo.

L'ESPERIMENTATORE

IL RESPONSABILE TECNICO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

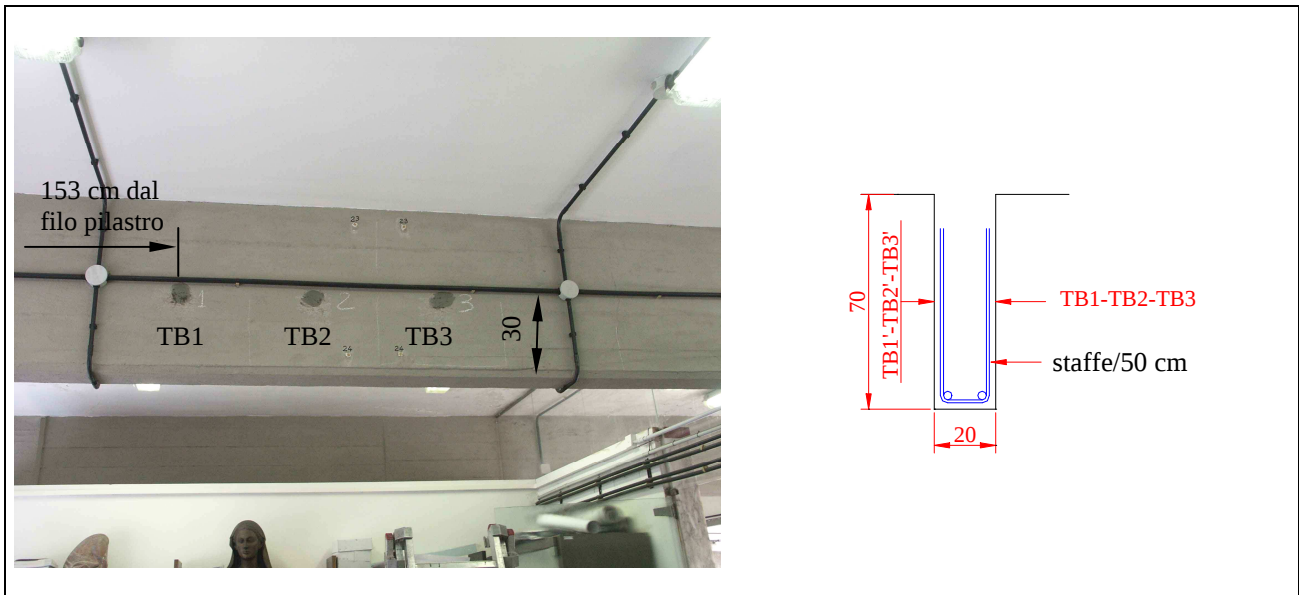


Figura 21 - Trave TB, piano primo.

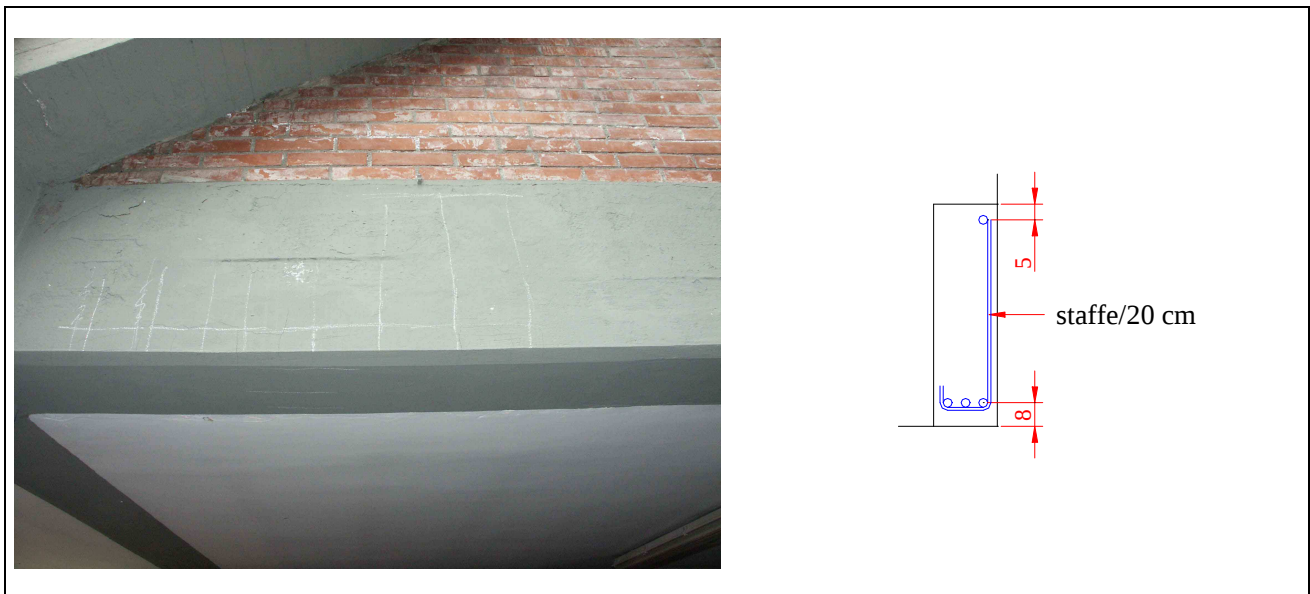


Figura 22 - Trave TE, piano primo.

L'ESPERIMENTATORE

IL RESPONSABILE TECNICO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO



Figura 23 - Trave TF, piano primo.

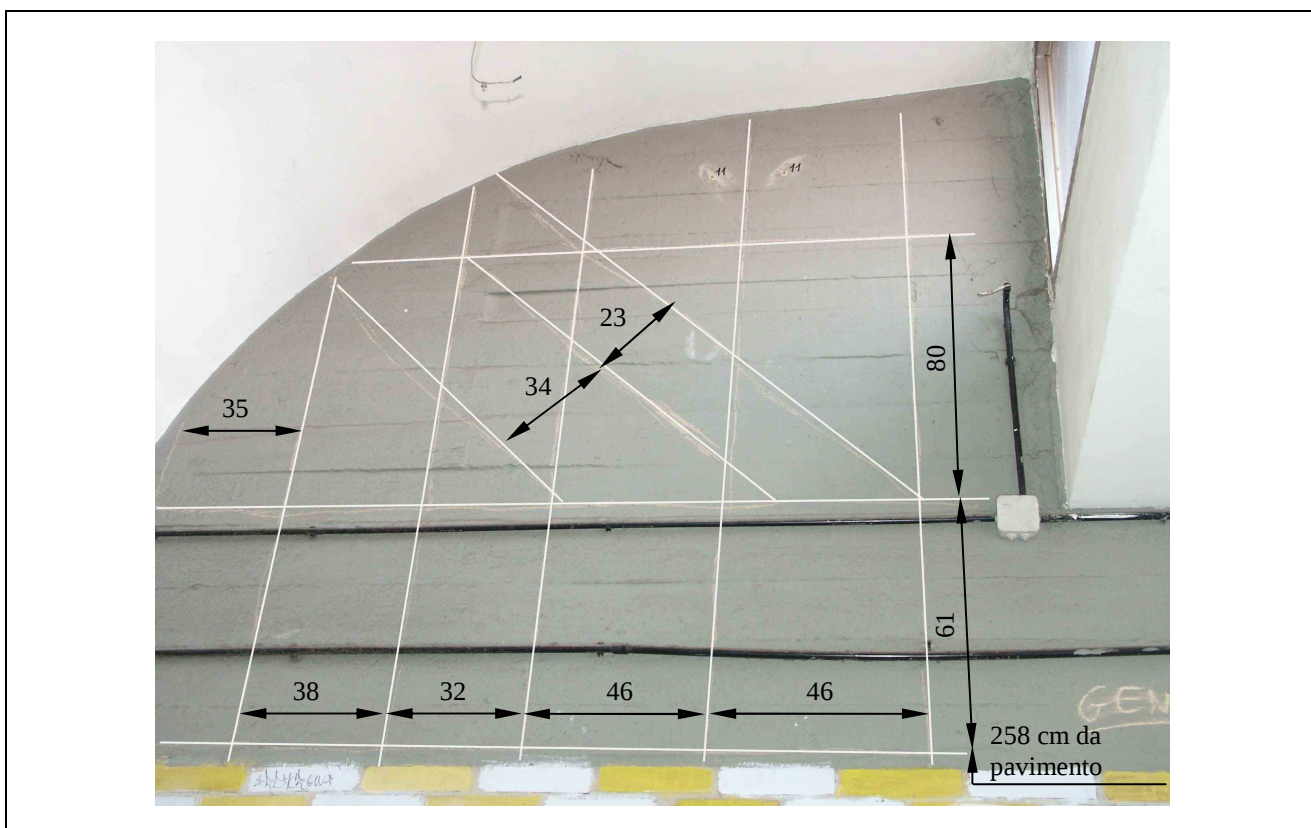


Figura 24 - Trave TS, piano secondo (in bianco sono evidenziate le armature).

L'ESPERIMENTATORE

IL RESPONSABILE TECNICO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

2. RILIEVO DELLA POSIZIONE DELLE ARMATURE

Nei punti indicati nella tabella 1 è stato effettuato il rilievo delle posizioni delle armature tramite apparecchiatura Protovale CoverMaster CM52, n. di serie 5200002, cert. di cal. n. 257 del 19/01/00. Le foto delle figure da 5 a 24 raffigurano le superficie degli elementi strutturali, su cui sono state evidenziate con gessetto bianco le posizioni delle barre di armatura rilevate. Nelle sezioni schematiche a fianco di ciascuna foto sono rappresentate le armature che è stato possibile rilevare; nei disegni sono indicate solo le barre di cui è stata riscontrata la presenza e le sole quote che è stato possibile rilevare; non è stata effettuata alcuna misura di diametro delle barre.

3. MISURE DELL'INDICE DI RIMBALZO CON SCLEROMETRO

Nei punti di misura indicati in tabella 1, sono state effettuate misure dell'indice di rimbalzo sclerometrico secondo UNI EN 12504-1:2001, utilizzando uno sclerometro SCHMIDT tipo N-27, matricola 67668.

Il controllo del corretto funzionamento dello strumento è stato effettuato prima e dopo le misurazioni, a mezzo dell'apposita incudine di riferimento.

Per ciascun punto di misura si è proceduto preliminarmente alla individuazione delle armature presenti nel getto, al fine di escluderle dalle zone di battuta, le quali sono state poi preparate mediante abrasione della superficie del calcestruzzo.

Nella tabella 2 sono riportati i risultati dei rilevamenti sclerometrici.

Per ciascun punto di misura sono indicati:

- i valori dell'indice di rimbalzo forniti dallo strumento per le dieci battute eseguite;
- la media dei dieci valori dell'indice di rimbalzo, I_r ;
- la deviazione standard dei dieci valori dell'indice di rimbalzo;
- l'angolo di inclinazione α° dello sclerometro rispetto all'orizzontale.

L'ESPERIMENTATORE

IL RESPONSABILE TECNICO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

Tabella 2 - Risultati dei rilevamenti sclerometrici.

Punto di misura	Valori delle battute										Indice di rimbalzo, I_r	Deviazione standard	α°	Data della prova
PA1	38	36	36	44	46	33	40	40	39	38	39	3,8	0	19/03/2004
PA2	38	38	35	47	38	48	38	37	36	37	39	4,5	0	19/03/2004
PA3	38	32	38	47	35	36	40	30	29	38	36	5,3	0	19/03/2004
PA1'	33	32	33	34	40	43	42	34	35	32	36	4,2	0	19/03/2004
PA2'	36	35	35	38	40	36	37	38	36	34	37	1,8	0	19/03/2004
PA3'	37	35	35	39	34	39	42	34	34	33	36	2,9	0	19/03/2004
PB1	32	33	32	31	35	35	30	32	33	40	33	2,8	0	19/03/2004
PB2	33	41	33	38	38	32	38	33	36	37	36	3,0	0	19/03/2004
PC1	56	54	45	51	45	48	54	48	55	44	50	4,6	0	19/03/2004
PC2	52	54	44	53	52	48	46	47	46	43	49	4,0	0	19/03/2004
PE1	44	60	58	38	50	54	48	50	48	48	50	6,4	0	19/03/2004
PE2	44	38	56	34	37	51	45	39	39	33	42	7,4	0	19/03/2004
PG1	37	34	36	35	33	37	38	41	37	36	36	2,2	0	19/03/2004
PG2	44	46	34	37	35	45	43	33	44	38	40	5,0	0	19/03/2004
PG3	39	39	40	39	38	40	40	39	39	39	39	0,6	0	19/03/2004
TA1	25	25	30	29	25	28	29	28	28	27	27	1,8	0	19/03/2004
TA2	29	28	29	29	28	28	27	27	28	27	28	0,8	0	19/03/2004
TA3	27	27	28	29	34	28	29	27	29	26	28	2,2	0	19/03/2004
TA1'	30	31	29	29	29	30	28	26	29	30	29	1,4	0	19/03/2004
TA2'	27	30	28	27	29	26	28	27	28	27	28	1,2	0	19/03/2004
TA3'	28	29	30	28	28	31	26	30	31	26	29	1,8	0	19/03/2004
TB1	35	36	32	31	32	31	30	34	32	31	32	2,0	0	19/03/2004
TB2	33	30	31	33	38	32	32	34	32	30	33	2,3	0	19/03/2004
TB3	32	34	30	30	31	33	34	32	31	34	32	1,6	0	19/03/2004

4. MISURE DI VELOCITÀ DI PROPAGAZIONE DELLE ONDE ULTRASONORE

Nei punti di misura indicati in tabella 1, sono state effettuate misure della velocità ultrasonica, secondo UNI 9524:1989 e UNI 9524 FA-1:1992.

Le misure sono state effettuate utilizzando uno strumento per prove ultrasoniche marca Controls, mod. 58-E0049/A, accoppiato ad un oscilloscopio marca Tektronics, mod. TDS 210.

La sonda trasmittente, identica alla sonda ricevente, è di tipo piezoelettrico, di forma cilindrica, con superficie pari a $19,6 \text{ cm}^2$, e massa pari a 330 g. La frequenza naturale delle sonde è di 54 kHz. Durante le prove l'asse delle sonde è stato mantenuto ortogonale alla superficie del calcestruzzo.

L'ESPERIMENTATORE

IL RESPONSABILE TECNICO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

I cavi di collegamento delle sonde alla centrale di misura sono di tipo coassiale non preamplificati ed hanno lunghezza pari a 2,0 m ciascuno.

La tensione di alimentazione delle sonde è di 0,5 kV.

La misura dell'intervallo di tempo di transito avviene su indicatore di tipo digitale con risoluzione di 0,1 μ s.

Il controllo della calibrazione dello strumento è stato effettuato prima e dopo le prove utilizzando l'apposito blocco di calibrazione, fornito dalla Casa Costruttrice.

Per l'accoppiamento delle sonde con il calcestruzzo si è utilizzato grasso di vasellina.

Le misure di lunghezza sono state effettuate con fettuccia metrica con risoluzione di 1 mm.

Per ciascun punto di misura si è proceduto preliminarmente alla individuazione della posizione delle armature presenti nel getto. Le prove sono state quindi condotte secondo il metodo diretto (per trasparenza), disponendo le sonde in modo tale che il treno d'onde non attraversasse barre di armatura ed alla maggiore distanza possibile da barre disposte parallelamente alla direzione di propagazione.

Nella tabella 3 sono riportati i risultati delle misure; per ciascun punto di misura, sono indicati:

- L [m]: distanza fra le sonde;
- t [μ s]: tempi di propagazione forniti dallo strumento per le tre misurazioni eseguite;
- media [μ s]: media dei tempi di propagazione;
- Dev. st. [μ s]: deviazione standard dei tempi di propagazione;
- V_L [m/s]: valore medio della velocità di propagazione apparente, valutata come rapporto fra la misura della distanza fra le sonde ed il valore medio dei tempi di propagazione;
- d_1 [m]: distanza delle sonde dalla più vicina barra di armatura disposta parallelamente alla direzione di propagazione;
- natura originaria della superficie di prova;
- tipo di preparazione preliminare della superficie di prova;

L'ESPERIMENTATORE

IL RESPONSABILE TECNICO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO

- note descrittive delle condizioni superficiali del getto al momento della prova;
- data della prova.

Tabella 3 – Risultati delle misure di velocità di propagazione degli ultrasuoni in situ

Punto di misura	L [m]	t [μs]			Media [μs]	Dev. st. [μs]	V _L [m/s]	d ₁ [m]	Superficie del getto			Data della prova
									Cond. originaria (1)	Preparazione (2)	Cond. all'atto della prova (3)	
TM1-TM1'	0.302	109.2	108.8	109.3	109.1	0.3	2768	14	CL	N	A - P	25/03/04
TM2-TM2'	0.307	110.1	111.2	109.8	110.4	0.7	2781	14	CL	N	A - P	25/03/04
PA1-PA1'	0.295	91.0	91.0	91.0	91.0	0.0	3242	20	CL	Ab	A - P	19/03/04
PA2-PA2'	0.295	88.0	88.6	88.0	88.2	0.3	3345	20	CL	Ab	A - P	19/03/04
PA3-PA3'	0.295	91.0	91.0	91.5	91.2	0.3	3235	20	CL	Ab	A - P	19/03/04
PB1-PB1'	0.296	94.1	94.5	94.6	94.4	0.3	3136	20	CL	Ab	A - P	19/03/04
PB2-PB2'	0.296	96.2	94.5	96.1	95.6	1.0	3096	20	CL	Ab	A - P	19/03/04
PC1-PC1'	0.505	145.5	146.7	146.8	146.3	0.7	3452	16	CL	Ab	A - P	19/03/04
PC2-PC2'	0.505	137.6	137.4	138.3	137.8	0.5	3665	16	CL	Ab	A - P	19/03/04
PE1-PE1'	0.397	125.5	129.9	126.6	127.3	2.3	3119	13	CL	Ab	A - P	19/03/04
PE2-PE2'	0.295	90.1	91.2	91.7	91.0	0.8	3242	13	CL	Ab	A - P	19/03/04
PG1-PG1'	0.295	86.2	87.2	86.5	86.6	0.5	3406	20	CL	Ab	A - P	19/03/04
PG2-PG2'	0.295	86.3	86.9	87.2	86.8	0.5	3399	20	CL	Ab	A - P	19/03/04
PG3-PG3'	0.295	88.2	90.8	90.6	89.9	1.4	3281	20	CL	Ab	A - P	19/03/04
TA1-TA1'	0.200	66.4	66.8	66.8	66.7	0.2	2999	39	CL	Ab	A - P	19/03/04
TA2-TA2'	0.200	67.2	67.4	68.4	67.7	0.6	2954	39	CL	Ab	A - P	19/03/04
TA3-TA3'	0.200	63.9	64.3	64.2	64.1	0.2	3120	39	CL	Ab	A - P	19/03/04
TB1-TB1'	0.200	63.1	64.5	66.0	64.5	1.5	3101	37	CL	Ab	A - P	19/03/04
TB2-TB2'	0.200	67.2	69.6	69.7	68.8	1.4	2907	37	CL	Ab	A - P	19/03/04
TB3-TB3'	0.200	65.7	68.2	69.7	67.9	2.0	2946	37	CL	Ab	A - P	19/03/04

(1) **L** = superficie libera del getto; **CL** = cassero in legno; **CM** = cassero metallico

(2) **N** = nessuna preparazione; **Ab** = abrasione con pietra; **Re** = rettifica meccanica; **Lm** = lisciatura mediante apporto di materiale; **T** = taglio

(3) **A** = asciutta; **B** = bagnata; **P** = piana; **C** = curva (rispetto alle dimensioni della sonda)

L'ESPERIMENTATORE

IL RESPONSABILE TECNICO

IL DIRETTORE DEL LABORATORIO