LABORATORIO PROVE SU STRUTTURE, MATERIALI, TERRENI ED IMPIANTI

**ISPEC PUGLIA** www.ispec.it

**dell' Ing. Luigi La Rovere & C. s.a.s.**

76121 **BARLETTA (BT) - Largo 2 Giugno,1 int. 5 Tel. 08.83.52.63.22 - Tel. / fax 08.83.52.59.19**
e-mail: ispec@ispec.it **PEC:** ispecpuglia@pecimprese.it COD.FISC. e Part.IVA 03039140722

Autorizzato con Decreti del Ministro delle Il. TT. per prove di laboratorio sui materiali da costruzione e sui terreni ai sensi dell' art.59 D.P.R. 06 Giugno 2001 n° 380

ISO 9001:2008

**ISPEC PUGLIA dal 1979 al servizio della sicurezza per le costruzioni**

BARLETTA 1978

# Rapporto di prova N.149394 del 10 maggio 2017

## Verbale di accettazione

## n. 79103 del 31 marzo 2017

| | |
|---|---|
| Richiedente:..... | COMUNE DI BARLETTA<br>Settore Lavori Pubblici, Manutenzione e Patrimonio<br>c.so Vittorio Emanuele, 24<br>76121 Barletta (BT) |
| Cantiere:..... | Stadio Comunale "L. Simeone"<br>Barletta (BT) |
| Prove richieste:..... | – Prove penetrometriche su malta<br>– Indagine con martinetto doppio<br>– Prove di compressione su conci di tufo con determinazione del peso specifico e del modulo elastico |
| Tecnico Responsabile:..... | Ing. Sabino Flora<br>Via Pilo, 4<br>76012 Canosa di Puglia |
| Data della prove:..... | 23 – marzo – 2017<br>19 – aprile – 2017<br>02 – maggio – 2017 |

PROVINCIA DI BARLETTA - ANDRIA - TRANI
SETTORE 7 SERVIZIO EDILIZIA SISMICA
AUTORIZZAZIONE n. 154/2017
AMMINISTRATIVO TECNICO



Il Direttore del Laboratorio
Ing. Luigi La Rovere

Capitale Sociale € 51645,70
CCIAA Bari n.241845
Trib.Trani n.5759 Reg.Soc.

ALPI ASSOCIAZIONE LABORATORI DI PROVA E ORGANISMI DI CERTIFICAZIONE INDIPENDENTI

aderente a: CONFINDUSTRIA SERVIZI INNOVATIVI E TECNOLOGICI

# INDICE


| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | **INTRODUZIONE** | | 3 |
| 2 | **PROVE PENETROMETRICHE SU GIUNTI DI MALTA** | | 3 |
| | 2.1 | Scelta degli elementi da sottoporre a prova | 3 |
| | 2.2 | Strumentazione utilizzata | 4 |
| | 2.3 | Modalità di prova | 4 |
| | 2.4 | Risultati | 4 |
| 3 | **INDAGINE CON MARTINETTO PIATTO DOPPIO** | | 5 |
| | 3.1 | Generalità | 5 |
| | 3.2 | Scelta degli elementi da sottoporre a prova | 6 |
| | 3.3 | Strumentazione utilizzata | 6 |
| | 3.4 | Modalità di prova | 6 |
| | 3.5 | Risultati | 8 |
| 4. | **PROVE DI COMPRESSIONE SU CONCI DI TUFO CON DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO E DEL MODULO ELASTICO** | | 11 |
| | 4.1 | Consegna dei campioni da sottoporre a prova | 11 |
| | 4.2 | Risultati | 11 |
| | **DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA** | | 11 |


**ELENCO DEGLI ALLEGATI:**

Planimetria con indicazione della ubicazione delle indagini e prove

Certificato n° 149393 - Compressione su conci di tufo



Il Direttore del Laboratorio
Ing. Luigi La Rovere

## PREMESSA

Il presente Rapporto di Prova si compone di n.ro tredici pagine compresa la documentazione fotografica (n.ro quattordici foto), con allegati un certificato di prove su conci di tufo e una planimetria con indicazione dell'ubicazione delle prove e indagini effettuate.

Il presente Rapporto di Prova può essere riprodotto dal committente solo integralmente senza commento, omissioni, alterazioni o aggiunte.

## 1. INTRODUZIONE

Così come stabilito dalla determina dirigenziale n. 341 del 20 marzo 2017 per l'esecuzione di prove strumentali sulle murature e strutture di fondazione degli spogliatoi dello stadio "L. Simeone" sotto la direzione tecnica dell'ing. Sabino Flora, dopo l'effettuazione dei saggi in fondazione, l'ing. Sabino Flora, constata la uniformità dei conci presenti nelle murature, ha deciso di effettuare le prove in laboratorio (compressione con determinazione della densità e del coefficiente di elasticità) solo su un campione di sei tufi e sostituire, le ulteriori prove di compressione su conci di tufo e su carote estratte dalle murature preventivate, con una indagine con doppi martinetti piatti al fine di verificare in sito gli stati tensionali della muratura.

A seguito di quanto sopra detto e constatato che il costo delle prove eliminate era quasi equivalente per difetto al costo di una indagine con doppio martinetto piatto, si eseguivano le seguenti prove e indagini:

- sette prove penetrometriche su malta;
- sette prove in laboratorio su conci di tufo, prelevati a cura dell'ing. Sabino Flora, per la determinazione della resistenza a compressione, della densità e del coefficiente di elasticità;
- una indagine con martinetto doppio.

Le indagini in sito sono state eseguite dai Tecnici Sperimentatori, , P.I. Alfredo Gorgoglione e dipl. Antonio Mastromonaco, nei luoghi indicati dall'ing. Sabino Flora, presente alle prove in sito.

Le prove eseguite in laboratorio sui campioni di conci di tufo dal Tecnico Sperimentatore geom. Sergio Scardigno.

I risultati delle prove in laboratorio sono contenuti nel certificato di prova n. 149393 del 10 maggio 2017 allegato al presente Rapporto di Prova.

## 2. PROVE PENETROMETRICHE SU GIUNTI DI MALTA

### 2.1 Generalità e scelta dei punti di indagine[1]

L'indagine effettuata sui giunti di malta, è una prova non distruttiva che viene eseguita per acquisire informazioni circa le caratteristiche meccaniche della malta in opera e risalire ad una valutazione della resistenza media a compressione dei ricorsi di malta indagati.

Lo strumento, per ogni giunto di malta rileva sedici misure dell'indice PNT-G corrispondente all'energia fornita dallo strumento.

[1] La scelta dei ricorsi di malta da sottoporre a prova è stata effettuata dal Tecnico Responsabile delle prove

Lo Sperimentatore
P.I. Alfredo Gorgoglione



il Direttore del Laboratorio
Ing. Luigi La Rovere

Dal complesso delle prove penetrometriche si ricava così una resistenza media a compressione dei giunti di malta costituenti i paramenti murari indagati, come riportato nelle tabelle dei risultati.

Sono stati sottoposti a prova n.ro sette ricorsi di malta identificati dalle seguenti sigle alfanumeriche in progressivo da **P1 a P7** nella planimetria allegata.

### 2.2 Attrezzatura utilizzata

Le prove penetrometriche sono state eseguite utilizzando la seguente attrezzatura:

- penetrometro PNT-G della ditta PIZZI costituito da un trapano a batteria, corredato da un limitatore di profondità ed una centralina elettrica portatile idonea a misurare l'energia spesa per eseguire con la punta del trapano una cavità di assegnate dimensioni: nelle presenti indagini si è utilizzata una punta di 4 mm su profondità di penetrazione 5 mm.

### 2.3 Modalità di prova

L'indagine è stata eseguita su n.ro sette zone caratteristiche, individuate dal Tecnico Responsabile e localizzate in parti rappresentative della muratura.

Le prove sui giunti di malta dei vari paramenti murari sono state condotte procedendo alla misurazione dell'indice PNT-G in 16 punti contigui dei giunti per ciascuna zona di misura.

### 2.4 Risultati

I risultati delle rilevazioni penetrometriche effettuate sono riportati nelle tabelle riepilogative delle misure che costituiscono parte integrante del presente rapporto di prova e in cui sono riportati:

- i valori dell'indice PNT-G di energia forniti dallo strumento per le sedici misure eseguite;
- la media aritmetica dei sedici valori misurati;
- la media aritmetica dei sei valori centrali U(6) dei sedici valori misurati;
- i valori della resistenza a compressione nei punti di malta sottoposti a misura, ricavati tramite legge di correlazione $f_m = (U(6) + 22)/134$

Dal complesso delle prove penetrometriche si ricava così una resistenza media a compressione dei giunti di malta costituenti i paramenti murari indagati, come riportato nelle tabelle seguenti.

**TABELLA RIASSUNTIVA DELLE INVESTIGAZIONI CON PENETROMETRO PNT-G**

| Sigla punto indagato | LETTURE (PNT-G) | | | | | | | | | | | | | | | | Media |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | |
| P1 | 33 | 56 | 48 | 26 | 71 | 54 | 44 | 70 | 88 | 71 | 64 | 42 | 31 | 29 | 77 | 61 | 54,06 |
| P2 | 27 | 37 | 49 | 51 | 51 | 44 | 41 | 53 | 64 | 29 | 54 | 33 | 65 | 42 | 51 | 27 | 44,88 |
| P3 | 40 | 45 | 30 | 46 | 33 | 22 | 49 | 59 | 66 | 53 | 60 | 85 | 59 | 70 | 63 | 35 | 50,94 |
| P4 | 48 | 106 | 77 | 85 | 42 | 56 | 71 | 84 | 90 | 27 | 89 | 32 | 56 | 65 | 72 | 88 | 68,00 |
| P5 | 39 | 45 | 56 | 38 | 45 | 79 | 58 | 61 | 66 | 80 | 62 | 77 | 48 | 51 | 36 | 39 | 55,00 |
| P6 | 40 | 41 | 50 | 36 | 41 | 45 | 56 | 42 | 81 | 49 | 46 | 58 | 49 | 32 | 39 | 60 | 47,81 |
| P7 | 40 | 36 | 38 | 55 | 17 | 31 | 36 | 15 | 30 | 36 | 25 | 28 | 77 | 61 | 44 | 80 | 40,56 |

Lo Sperimentatore
P.I. Alfredo Gorgoglione



il Direttore del Laboratorio
Ing. Luigi La Rovere

**TABELLA RIASSUNTIVA DELLE RESISTENZE MEDIE A COMPRESSIONE**

| Sigla punto indagato | Ampiezza punto investigato (cm) | Altezza dal calpestio (cm) | U(6) Media letture su 6 valori centrali | $f_m$ stimata $(N/mm^2)$ |
|---|---|---|---|---|
| P1 | 31 | 145 | 54,50 | 0,57 |
| P2 | 27 | 106 | 46,33 | 0,51 |
| P3 | 27 | 145 | 51,83 | 0,55 |
| P4 | 29 | 69 | 70,83 | 0,69 |
| P5 | 30 | 146 | 53,17 | 0,56 |
| P6 | 35 | 123 | 45,33 | 0,50 |
| P7 | 38 | 124 | 36,17 | 0,43 |

## 3. INDAGINI CON MARTINETTI PIATTI (ASTM STANDARD C 1197-91)

### 3.1 Generalità

La tecnica che utilizza i martinetti piatti consente l'acquisizione dei parametri caratterizzanti meccanicamente le strutture murarie, consentendo di risalire alle caratteristiche meccaniche di deformabilità e resistenza dei materiali costituenti la struttura, utili al progettista per prevedere la risposta della stessa in funzione dello stato tensionale agente. L'affidabilità nella valutazione delle caratteristiche meccaniche delle strutture murarie che si può ottenere attraverso un'indagine di questo tipo, trova ragione in numerose ricerche condotte su tale tecnica e sull'elevato numero di prove eseguite in 15 anni di applicazioni.

Le informazioni che si possono acquisire mediante una prova con martinetti piatti doppi, sono:

- modulo di deformabilità;
- resistenza a compressione.

Nel caso della determinazione del modulo elastico si deve parlare più propriamente di modulo di deformabilità in quanto la prova non permette di ricavare con esattezza il modulo elastico, ma fornisce delle informazioni prossime a questo.

La valutazione dei risultati ottenuti va però effettuata molto attentamente in quanto le condizioni che caratterizzano tale tipo di prova sono influenzate da numerose variabili dovute alla particolare struttura, alle modalità esecutive e in generale disomogeneità del materiale e all'esecuzione della prova stessa: il taglio che si esegue sulla muratura altera irrimediabilmente lo stato tensionale e la porzione di muratura in esame presenta generalmente vincoli particolari e non simmetrici, a volte non del tutto ben definiti.

Lo Sperimentatore
P.I. Alfredo Gorgoglione



il Direttore del Laboratorio
Ing. Luigi La Rovere

### 3.2 Scelta degli elementi da sottoporre a prova

Per acquisire le informazioni circa lo stato di sollecitazione della murature e poter ricavare la resistenza a compressione ed il modulo di deformabilità mediante la prova con martinetti singoli e doppi l'ing. Sabino Flora ha individuato la pareti in muratura più idonea per l'esecuzione della prova e precisamente, come individuate nella planimetria del seminterrato allegata:

- spogliatoio n° 3 parete esterna posteriore uscendo a destra come da planimetria allegata "**MM1**";

### 3.3 Strumentazione utilizzata

La prova prevista è stata eseguita su una sezione caratteristica, indicata dal Tecnico Rersponsabile e localizzata in una zona rappresentativa della struttura.

I martinetti piatti utilizzati, prodotti dalla Glotzl GmbH e distribuiti dalla Boviar Srl, sono di forma semiovale modello MP-8 A di dimensioni dichiarate in pianta 350 *mm* ×260 *mm* e di spessore uguale a 4 *mm*, costituiti da lamierino in acciaio ad elevata deformabilità di forma semicircolare allungata, con le seguenti caratteristiche:

- superficie lorda : 775,06 $cm^2$
- spessore lamiera : 0,4 *cm*
- diametro : 35,0 *cm*
- max profondità di installazione : 26,0 *cm*

Il taglio è stato effettuato con una mototroncatrice a trasmissione eccentrica modello HUSQVARNA K950-Ring con motore a scoppio dotata di disco diamantato di diametro pari a 350 *mm* capace di effettuare tagli della profondità massima di 260 *mm* e spessore di 3 *mm*.

Le misure di convergenza sono state effettuate utilizzando un estensimetro meccanico rimovibile modello DEMEC di tipo analogico con precisione bimillesimale, ed una serie di basi di misura di lunghezza pari a 200 *mm*, realizzate mediante l'incollaggio sulla muratura di piastrine in acciaio invar del diametro di 5 *mm*.

Per la messa in pressione dei martinetti è stata utilizzata una pompa idraulica manuale del tipo GLOTZL modello M2H16 dotata di tubazione manuale a piccola corsa ad alta rigidezza capace di sopportare le pressioni previste, di rubinetto e valvola di non ritorno, di un regolatore fine della pressione (cioè un pistone con corsa manovrata da vite micrometrica) e di due manometri tarati del tipo WIKA ad alta precisione Kl. 0.6 con fondo scala (15 e 60 *bar*).

### 3.4 Modalità esecutive

La prova con martinetti in configurazione doppia (MM) permette di ricavare le caratteristiche di deformabilità dei paramenti murari e inoltre consente di effettuare una vera e propria prova di carico in modo da poter valutare la resistenza caratteristica di un concio di muratura.

Lo Sperimentatore
P.I. Alfredo Gorgoglione



il Direttore del Laboratorio
Ing. Luigi La Rovere

L'indagine ha interessato una porzioni di parete muraria denominate ***"MM1"*** ubicata nello spogliatoio n° 3 come mostrato nell'allegato planimetrico.

Lo scopo di questa indagine è stato quello di poter stimare i valori delle caratteristiche deformative e, più propriamente, il legame costitutivo e la resistenza a compressione delle murature.

Questa tecnica è stata realizzata mediante l'ausilio di due martinetti piatti che delimitano una porzione significativa di materiale sulla quale è stata eseguita una prova ciclica di compressione monoassiale. Infatti, incrementando gradualmente il livello di sollecitazione, è possibile stimare la resistenza a compressione mediante estrapolazione della curva deformazione-pressione.

Nella prova con i due martinetti, che sono inseriti in due tagli piani paralleli e sovrapposti, la pressione idraulica è stata realizzata con un circuito unico in modo da avere una pressione assolutamente identica in entrambi.

La prova è stata condotta secondo le seguenti operazioni:

a) esecuzione di un taglio piano ed ortogonale nella parete della muratura in corrispondenza del giunto di malta che individua la sezione prescelta in modo da formare una tasca ed inserimento del primo martinetto piatto all'interno di quest'ultima;

b) esecuzione di un secondo taglio (in maniera analoga al precedente) posto sulla stessa verticale del precedente taglio ad una distanza di circa 40 *cm*, sufficiente a contenere un numero significativo di elementi (conci e giunti di malta) per poter fissare successivamente le basi deformometriche necessarie a determinare il comportamento deformativo sotto carico, sia in direzione assiale che in direzione trasversale, del concio murario contenuto all'interno degli stessi;

c) posizionamento mediante incollaggio all'interno dei due tagli di tre basi di misura verticali (**1-1', 2-2', 3-3'**) e di una base di misura trasversale (**4-4'**) ciascuna costituita da due capisaldi (piastrine in acciaio invar) provvisti di sedi adatte ad ospitare i puntali del deformometro meccanico rimovibile;

d) introduzione del secondo martinetto piatto nella nuova tasca ed esecuzione della misura iniziale delle basi di misura verticali e trasversale;

e) pompaggio dell'olio in pressione all'interno dei martinetti eseguendo un ciclo di carico, incrementando gradualmente il livello di sollecitazione in modo da poter determinare il modulo di deformabilità ad un livello di sollecitazione;

f) misura di precisione, rilevata al comparatore bimillesimale del deformometro, per la determinazione dei valori delle basi di misura verticali e, contestualmente, di quella di misura orizzontale nel corso della prova.

I punti di riferimento sono disposti, per le misure di convergenza, sia a cavallo di entrambi i martinetti che sulla porzione di muratura interposta tra loro.

Le misure di convergenza realizzate tra queste ultime coppie di punti, sia ortogonalmente sia parallelamente ai due martinetti permettono di ricavare, in funzione dei gradini di carico, cioè della compressione, il modulo di deformazione del materiale.

La fase operativa dell'incollaggio dei riferimenti sulla muratura ha visto la realizzazione di basi di ampiezza 200 mm, pari alla lunghezza standard della dima distanziatrice utilizzata, disposte secondo il seguente criterio geometrico come mostrato nello schema:

- tre basi verticali **(1-1', 2-2', 3-3')**, una nella zona centrale del campione di muratura delimitata dai due tagli e le altre su ciascun lato a ¼ della lunghezza del taglio posizionate rigorosamente parallele alla direzione di carico;
- una base orizzontale **(4-4')** posta al centro del concio di tufo considerato

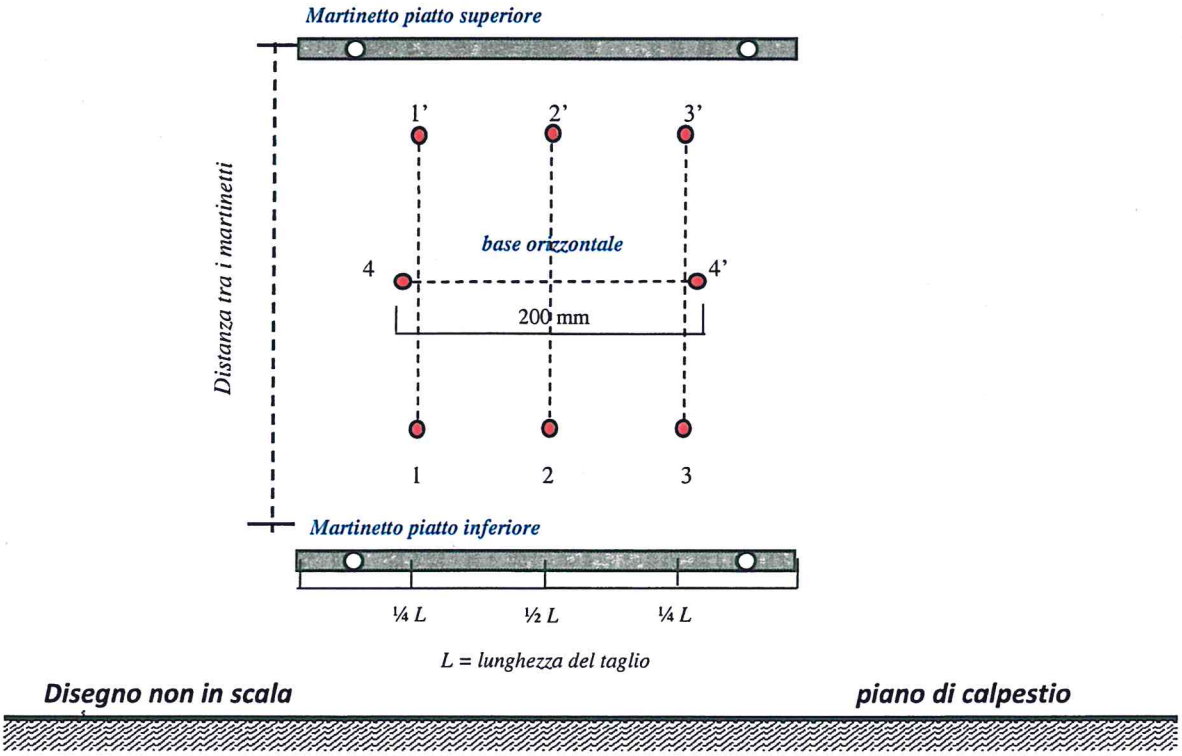



***Fig.1 Martinetto doppio-*** *posizionamento delle basi verticali e orizzontale di riferimento*

### 3.5 Risultati

Nella fase di elaborazione delle rilevazioni della prova con martinetto doppio, sono riportati i seguenti dati:

- i valori di pressione (*bar*) letti al manometro della pompa;
- i valori della sollecitazione agente nella muratura ($daN/cm^2$);
- i valori delle letture rilevate al comparatore bimillesimale del deformometro effettuate per ciascuna base di misura verticale e orizzontale (*mm*);
- i valori delle corrispondenti deformazioni (espressi con la notazione scientifica).

## Rapporto di prova n. 149394

**Barletta 10 maggio 2017**

| Scuola Massimo D'Azeglio | MARTINETTO PIATTO DOPPIO | | SIGLA: MM1 |
|---|---|---|---|
| DATA: 02/05/2017 | | ubicazione prova: spogliatoio n° 3 parete esterna posteriore uscendo a destra come da planimetria allegata | |
| p = pressione letta al manometro della pompa idraulica (bar) | | $f$ = compressione agente nella muratura (daN/cm$^2$) | |
| costante di deformazione = 0,79 | divisione = 2/1000 | dima = 200 mm | $f$ = p x Km x Ka |
| Aj = 775,06 cm$^2$ (area del martinetto piatto utilizzato) | | Ac = 911,83 cm$^2$ (area della superificie compressa del taglio) | |
| Km =0,90 (coefficiente medio di taratura del martinetto) | | Ka = 0,85 (rapporto tra Aj e Ac) | |
| Lettura rilevata al comparatore millesimale del deformometro sulla barra di taratura in acciaio Rigor da 200,000 mm = | | 788 | |

| Ora | T | p | $f$ | Letture rilevate al comp. del deformometro | | | | Misura effettiva delle basi di misura (mm) | | | | Deformazioni e (mm/mm) | | | | | | Modulo |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Verticali | | | Orizzontali | Verticali | | | Orizzontali | Verticali | | | Orizzontali | Verticali | Orizzontali | Poisson |
| | (°C) | (bar) | (daN/cm$^2$) | 1-1' | 2-2' | 3-3' | 4-4' | 1-1' | 2-2' | 3-3' | 4-4' | 1-1' | 2-2' | 3-3' | 4-4' | | | |
| 11.35 | 16,7 | 0,00 | 0,00 | 842 | 833 | 858 | 344 | 200,085 | 200,071 | 200,110 | 199,303 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,00E+00 | 0,000 |
| 11.40 | 16,7 | 0,50 | 0,38 | 829 | 821 | 845 | 347 | 200,064 | 200,052 | 200,089 | 199,308 | 1,02E-04 | 9,42E-05 | 1,02E-04 | -2,36E-05 | 9,94E-05 | -2,36E-05 | 0,000 |
| 11.45 | 16,7 | 1,00 | 0,77 | 814 | 815 | 835 | 348 | 200,041 | 200,042 | 200,074 | 199,309 | 2,20E-04 | 1,41E-04 | 1,80E-04 | -3,15E-05 | 1,80E-04 | -3,15E-05 | 0,175 |
| 11.51 | 16,7 | 1,50 | 1,15 | 795 | 804 | 819 | 348 | 200,011 | 200,025 | 200,049 | 199,309 | 3,69E-04 | 2,28E-04 | 3,06E-04 | -3,15E-05 | 3,01E-04 | -3,15E-05 | 0,105 |
| 11.55 | 16,7 | 2,00 | 1,53 | 765 | 785 | 807 | 349 | 199,964 | 199,995 | 200,030 | 199,311 | 6,04E-04 | 3,77E-04 | 4,00E-04 | -3,94E-05 | 4,60E-04 | -3,94E-05 | 0,086 |
| 11.59 | 16,7 | 2,50 | 1,91 | 730 | 758 | 798 | 349 | 199,909 | 199,953 | 200,016 | 199,311 | 8,79E-04 | 5,89E-04 | 4,71E-04 | -3,94E-05 | 6,46E-04 | -3,94E-05 | 0,061 |
| 12.05 | 16,7 | 3,00 | 2,30 | 685 | 726 | 783 | 350 | 199,838 | 199,903 | 199,992 | 199,312 | 1,23E-03 | 8,40E-04 | 5,88E-04 | -4,73E-05 | 8,87E-04 | -4,73E-05 | 0,053 |
| 12.25 | 16,7 | 0,00 | 0,00 | 729 | 747 | 813 | 346 | 199,907 | 199,936 | 200,039 | 199,306 | 8,87E-04 | 6,75E-04 | 3,53E-04 | -1,58E-05 | 6,38E-04 | -1,58E-05 | 0,025 |
| 12.30 | 16,7 | 0,50 | 0,38 | 701 | 724 | 813 | 346 | 199,863 | 199,900 | 200,039 | 199,306 | 1,11E-03 | 8,55E-04 | 3,53E-04 | -1,58E-05 | 7,72E-04 | -1,58E-05 | 0,020 |
| 12.35 | 16,7 | 1,00 | 0,77 | 687 | 724 | 788 | 347 | 199,841 | 199,900 | 200,000 | 199,308 | 1,22E-03 | 8,55E-04 | 5,49E-04 | -2,36E-05 | 8,74E-04 | -2,36E-05 | 0,027 |
| 12.44 | 16,7 | 1,50 | 1,15 | 677 | 723 | 785 | 347 | 199,826 | 199,898 | 199,995 | 199,308 | 1,29E-03 | 8,63E-04 | 5,73E-04 | -2,36E-05 | 9,10E-04 | -2,36E-05 | 0,026 |
| 12.50 | 16,7 | 2,00 | 1,53 | 676 | 718 | 782 | 347 | 199,824 | 199,890 | 199,991 | 199,308 | 1,30E-03 | 9,02E-04 | 5,96E-04 | -2,36E-05 | 9,34E-04 | -2,36E-05 | 0,025 |
| 12.57 | 16,7 | 2,50 | 1,91 | 660 | 710 | 774 | 348 | 199,799 | 199,878 | 199,978 | 199,309 | 1,43E-03 | 9,65E-04 | 6,59E-04 | -3,15E-05 | 1,02E-03 | -3,15E-05 | 0,031 |
| 13.10 | 16,7 | 3,00 | 2,30 | 657 | 709 | 772 | 348 | 199,794 | 199,876 | 199,975 | 199,309 | 1,45E-03 | 9,73E-04 | 6,75E-04 | -3,15E-05 | 1,03E-03 | -3,15E-05 | 0,030 |
| 12.45 | 16,7 | 0,00 | 0,00 | 670 | 707 | 793 | 347 | 199,815 | 199,873 | 200,008 | 199,308 | 1,35E-03 | 9,89E-04 | 5,10E-04 | -2,36E-05 | 9,49E-04 | -2,36E-05 | 0,025 |
| 13.55 | 16,7 | 0,50 | 0,38 | 658 | 701 | 789 | 347 | 199,796 | 199,863 | 200,002 | 199,308 | 1,44E-03 | 1,04E-03 | 5,41E-04 | -2,36E-05 | 1,01E-03 | -2,36E-05 | 0,023 |
| 14.05 | 16,7 | 1,00 | 0,77 | 643 | 691 | 769 | 347 | 199,772 | 199,848 | 199,970 | 199,308 | 1,56E-03 | 1,11E-03 | 6,98E-04 | -2,36E-05 | 1,12E-03 | -2,36E-05 | 0,021 |
| 14.15 | 16,7 | 1,50 | 1,15 | 640 | 690 | 767 | 348 | 199,768 | 199,846 | 199,967 | 199,309 | 1,59E-03 | 1,12E-03 | 7,14E-04 | -3,15E-05 | 1,14E-03 | -3,15E-05 | 0,028 |
| 14.30 | 16,7 | 2,00 | 1,53 | 637 | 690 | 765 | 348 | 199,763 | 199,846 | 199,964 | 199,309 | 1,61E-03 | 1,12E-03 | 7,30E-04 | -3,15E-05 | 1,15E-03 | -3,15E-05 | 0,027 |
| 14.39 | 16,7 | 2,50 | 1,91 | 624 | 683 | 761 | 349 | 199,743 | 199,835 | 199,958 | 199,311 | 1,71E-03 | 1,18E-03 | 7,61E-04 | -3,94E-05 | 1,22E-03 | -3,94E-05 | 0,032 |
| 14.55 | 16,7 | 3,00 | 2,30 | 617 | 679 | 754 | 349 | 199,732 | 199,829 | 199,947 | 199,311 | 1,77E-03 | 1,21E-03 | 8,16E-04 | -3,94E-05 | 1,26E-03 | -3,94E-05 | 0,031 |
| 15.07 | 16,7 | 3,50 | 2,68 | 617 | 685 | 752 | 350 | 199,732 | 199,838 | 199,943 | 199,312 | 1,77E-03 | 1,16E-03 | 8,32E-04 | -4,73E-05 | 1,25E-03 | -4,73E-05 | 0,038 |
| 15.20 | 16,7 | 4,00 | 3,06 | 608 | 678 | 665 | 350 | 199,717 | 199,827 | 199,807 | 199,312 | 1,84E-03 | 1,22E-03 | 1,51E-03 | -4,73E-05 | 1,52E-03 | -4,73E-05 | 0,031 |

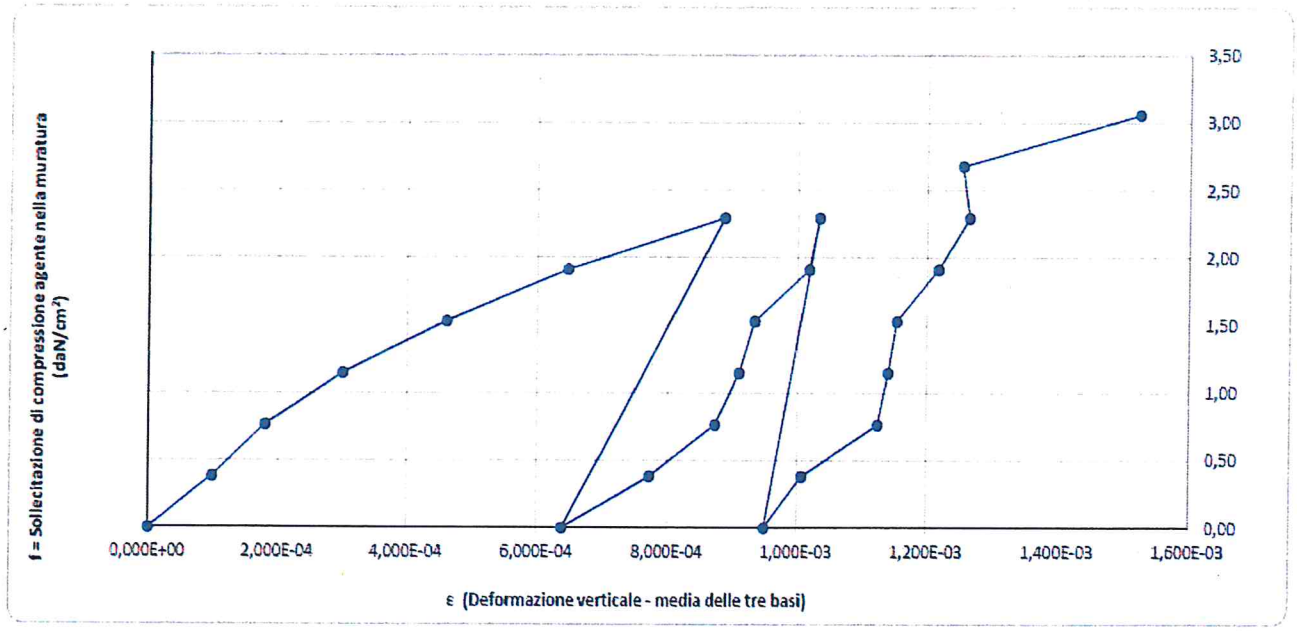
esempi di

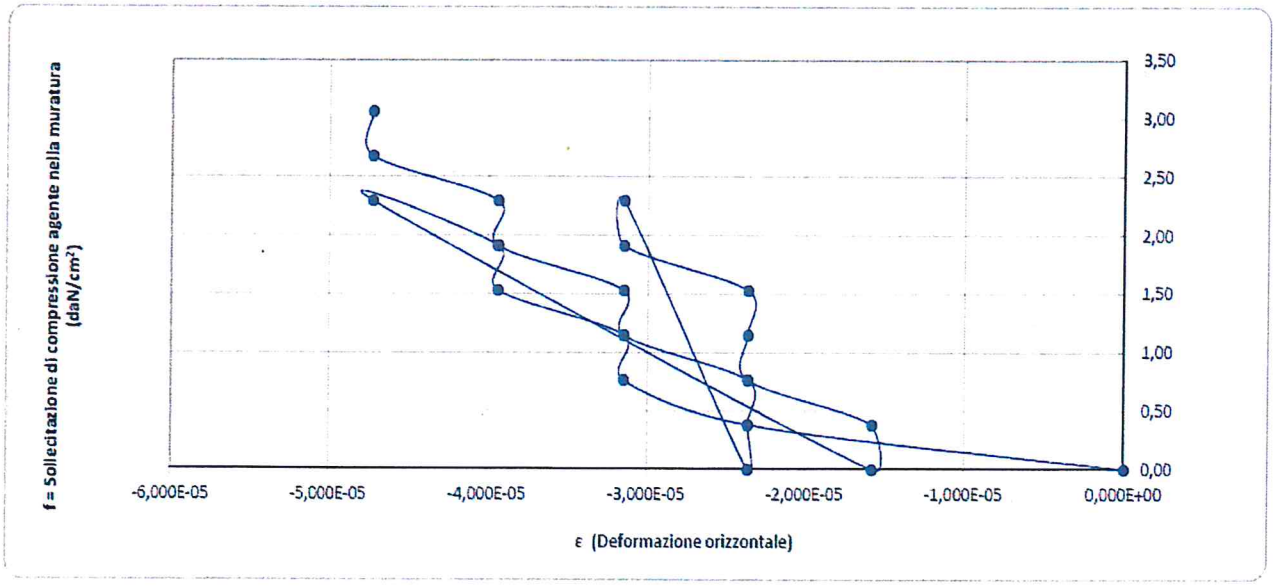
| | | daN/cm$^2$ | N/mm$^2$ |
|---|---|---|---|
| Modulo Elastico | $E_{1\text{-}1,5}$ | 5.519 | 552 |
| Modulo Elastico | $E_{0,5\text{-}1,5}$ | 5.735 | 574 |

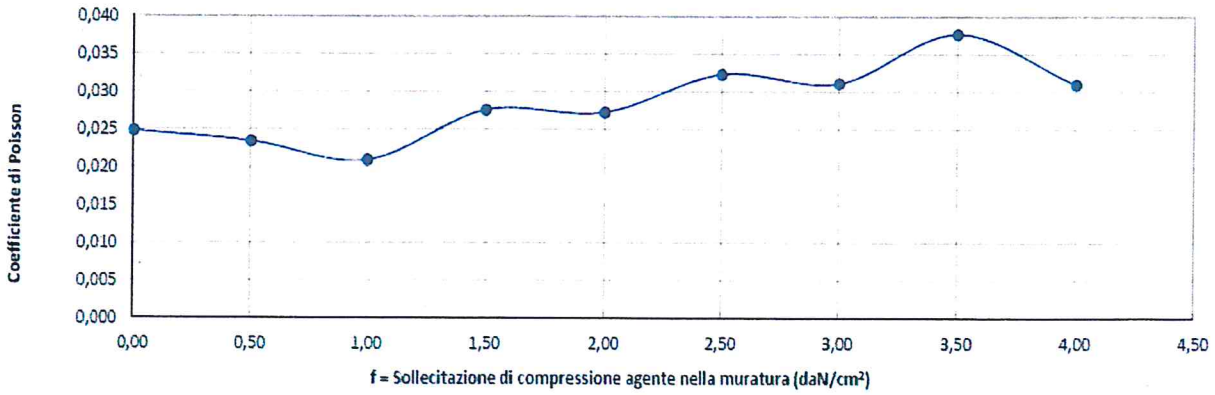
I pedici di E corrispondono ai valori della pressione

Lo Sperimentatore
P.I. Alfredo Gorgoglione

il Direttore del Laboratorio
Ing. Luigi La Rovere




Lo Sperimentatore
P.I. Alfredo Gorgoglione



il Direttore del Laboratorio
Ing. Luigi La Rovere

È da tenere in considerazione che la pressione ($p_m$) dell'olio letta sul manometro del circuito idraulico è pari alla sollecitazione ($f$) presente nella muratura tra i due tagli a meno di due costanti, di cui l'una ($k_a$) tiene conto del rapporto tra la superficie dei singoli martinetti e quella media dei due tagli e l'altra ($k_m$) della rigidezza dei martinetti stessi, in pratica:

$$f\,(1\ bar = 1daN/cm^2) = \mathbf{p_m} \times \mathbf{k_m} \times \mathbf{k_a}$$

$p_m$ = pressione letta al manometro;

$k_m$ = costante che caratterizza le caratteristiche di rigidezza del martinetto;

$k_a = A_m / A_t$ è data dal rapporto fra area del martinetto $A_m$ ed area del taglio $A_t$.

## 4. PROVE DI COMPRESSIONE SU CONCI DI TUFO CON DETERMINAZIONE DEL PESO SPECIFICO E DEL MODULO ELASTICO

### 4.1 Consegna dei campioni da sottoporre a prova

Il prelievo dalla struttura in esame dei sei conci di tufo, da sottoporre a prova di compressione in laboratorio, è stata fatta eseguire dal Tecnico Responsabile ing. Sabino Flora.

### 4.2 Risultati

I risultati delle prove di laboratorio sui conci di tufo sono contenuti nel certificato n. 1493xx del 10 maggio 2017 fornito a corredo del presente rapporto di prova.

# DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

## PROVE PENETROMETRICHE SU GIUNTI DI MALTA

**foto n° 1 – 2 :** penetrometriche P1 e P2

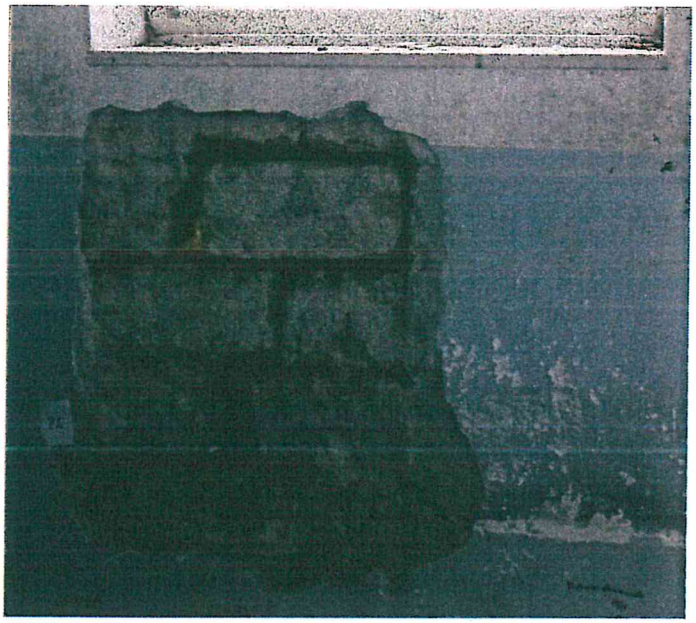


**Foto n. 3 – 4 :** penetrometriche P3 e P4

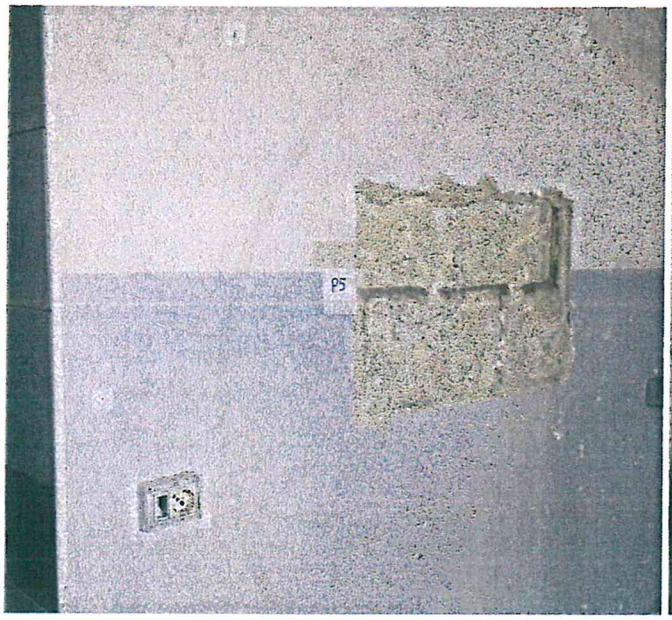


**Foto n. 5 – 6 : :** penetrometriche P5 e P6

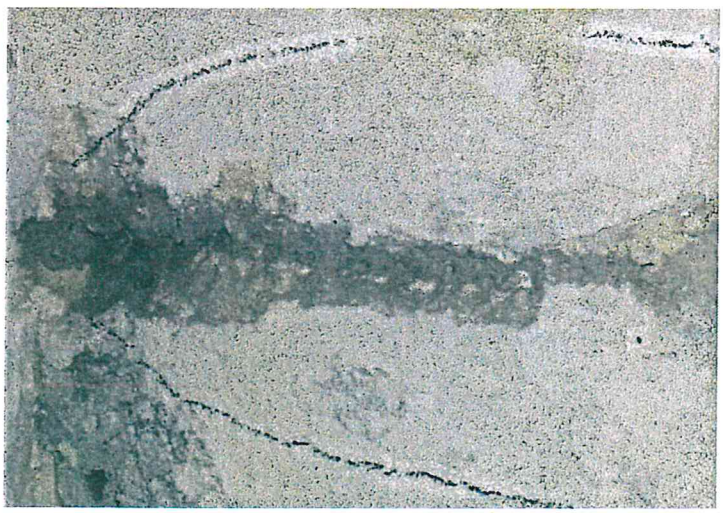


**Foto n. 7 :** penetrometrica P7

**Foto n. 8:** particolare della malta saggiata

Lo Sperimentatore
P.I. Alfredo Sorgoglione



il Direttore del Laboratorio
Ing. Luigi La Piscopia

**INDAGINE MARTINETTI PIATTI**

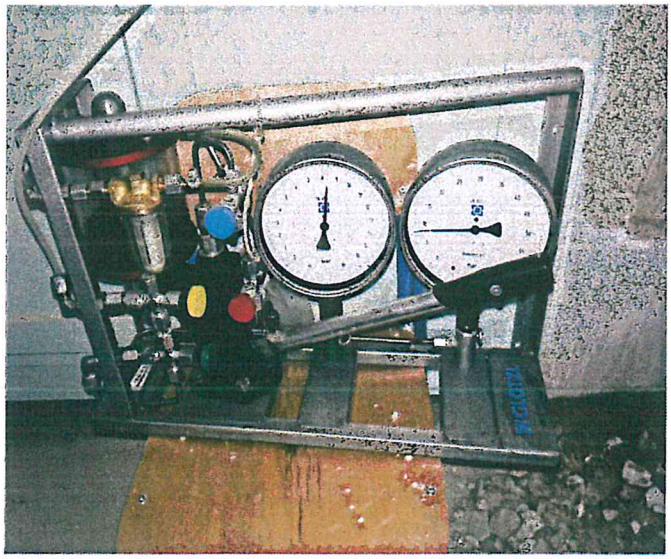


**foto n° 9 – 10:** mototroncatrice impiegata per la realizzazione dei tagli e sistema di pompaggio

**Foto n. 11:** zona prescelta per la prova

**Foto n. 12 :** sollecitazione della muratura

**Foto n. 13:** misura deformazione

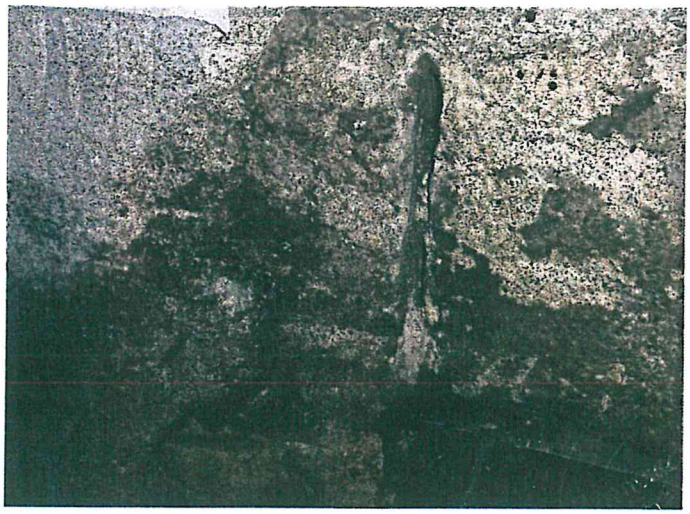


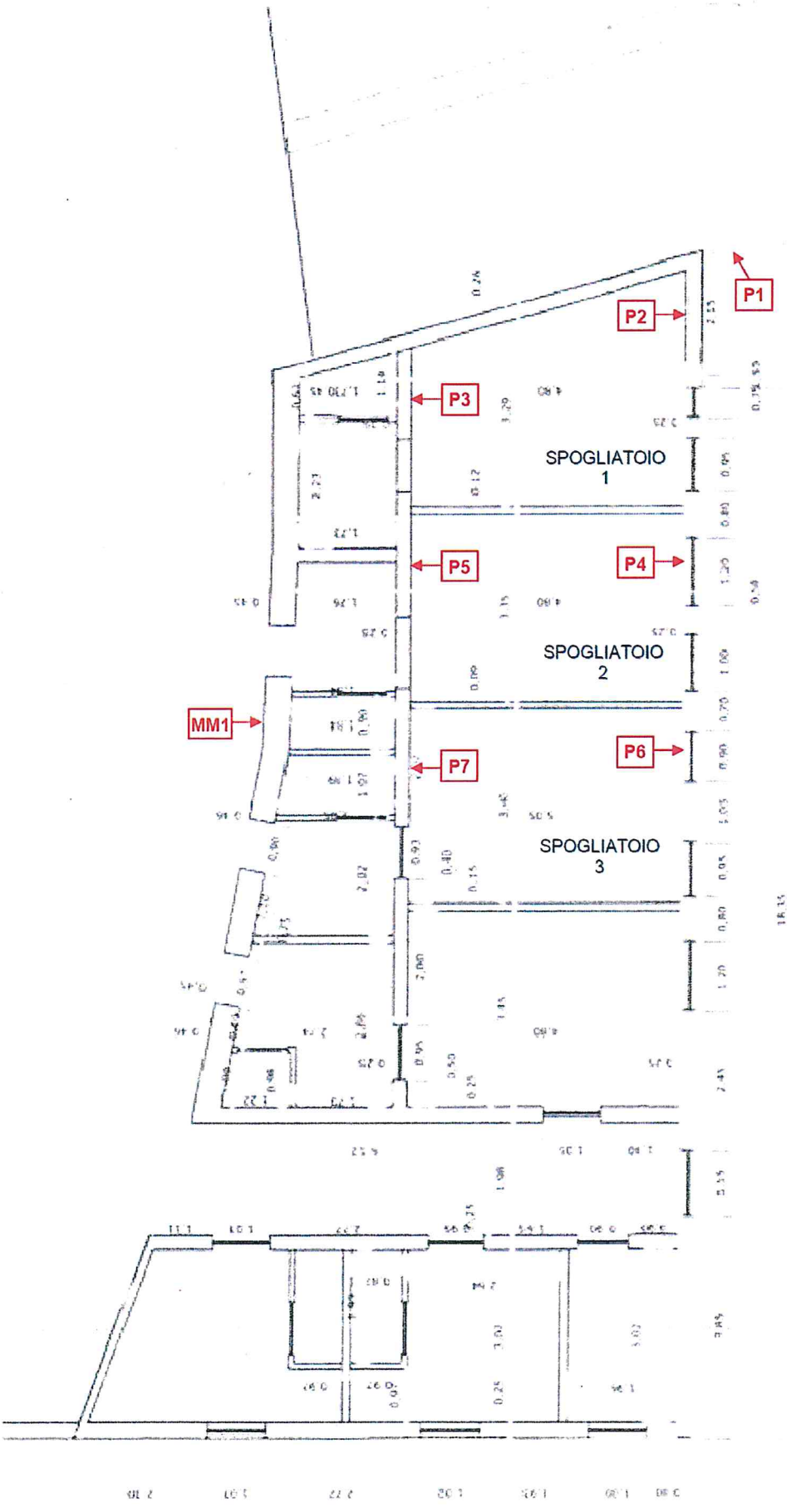
**Foto n. 14: distacco conci**

Lo Sperimentatore
P.I. Alfredo Gorgoglione



il Direttore del Laboratorio
Ing. Luigi La Rovere

# PLANIMETRIA CON INDICAZIONE DELLE INDAGINI E PROVE




Lo Sperimentatore
P.I. Alfredo Gorgoglione



il Direttore del Laboratorio
Ing. Luigi La Rovere

LABORATORIO PROVE SU STRUTTURE, MATERIALI, TERRENI ED IMPIANTI
ISPEC PUGLIA www.ispec.it
dell' Ing. Luigi La Rovere & C. s.a.s.
76121 BARLETTA (BT) - Largo 2 Giugno,1 int. 5 Tel. 08.83.52.63.22 - Tel. / fax 08.83.52.59.19
e-mail: ispec@ispec.it PEC: ispecpuglia@pecimprese.it COD.FISC. e Part.IVA 03039140722

Autorizzato con Decreti del Ministro delle II. TT. per prove di laboratorio sui materiali da costruzione e sui terreni ai sensi dell' art.59 D.P.R. 06 Giugno 2001 n° 380

ISO 9001:2008
ISPEC PUGLIA dal 1979 al servizio della sicurezza per le costruzioni

# CERTIFICATO DI PROVA A COMPRESSIONE SU CONCI DI TUFO (UNI EN 772-1-2002) MASSA VOLUMICA (UNI EN 1936-2007) E MODULO ELASTICO

**CERTIFICATO n.149393** **Barletta, 10/05/2017**

**Rif. Verbale di Accettazione N.79103** **del 31/03/2017**

Firmatario della richiesta .....: Comune di Barletta
Corso Vittorio Emanuele 24
76121 Barletta

Proprietario .....: Comune di Barletta

Impresa .....: non dichiarata

Tecnico Responsabile.....: ing. Sabino Flora

Provenienza dei campioni.....: Stadio comunale "Lello Simeone"
Via Libertà
76121 Barletta

Posizione in opera: conci con sigla da 1 a 6: muratura esistente; concio sigla 7 fondazione

Tutti i dati sono forniti dal committente.

RISULTATI DELLE PROVE

| sigla | dimensioni (cm) | | | area ($cm^2$) | massa (kg) | compr. ($N/mm^2$) | massa volumica ($N/dm^3$) | | modulo elastico ($N/mm^2$) | data prova |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | lung. | larg. | alt. | | | | apparente | reale | | |
| 1 | 45,0 | 22,0 | 16,0 | 990 | 24,400 | 4,21 | 32,50 | 25,90 | 1050 | 02/05/2017 |
| 2 | 45,0 | 22,0 | 16,0 | 990 | 25,100 | 4,36 | 32,49 | 26,19 | 987 | 02/05/2017 |
| 3 | 45,0 | 22,0 | 16,0 | 990 | 27,700 | 4,71 | 32,47 | 25,60 | 1250 | 02/05/2017 |
| 4 | 45,0 | 22,0 | 16,0 | 990 | 25,060 | 4,49 | 32,49 | 25,60 | 1170 | 02/05/2017 |
| 6 | 45,0 | 22,0 | 16,0 | 990 | 25,140 | 4,57 | 32,44 | 25,80 | 1020 | 02/05/2017 |
| 7 | 45,0 | 22,0 | 16,0 | 990 | 25,270 | 4,84 | 32,57 | 25,60 | 1040 | 02/05/2017 |

**Note:**: Campioni prelevati dall'edificio scolastico a cura del Tecnico Responsabile ing. Sabino Flora; tutti i provini sono stati cappati prima di essere sottoposti a prova.

Lo sperimentatore
(Geom. Sergio Stardigno)

Il Direttore del laboratorio
( Dott. Ing. Luigi La Rovere)