

**Comportamento di elementi strutturali ottenuti da mattoni forati
costituenti cassero per getto di calcestruzzo con possibilità
di posizionare armature in apposite cavità**

Behaviour of structural elements obtained from a brick drilled
block, being the caisson for filling concrete castings, with pos-
sibility of housing reinforcement in the cavities prearranged
for that purpose.

Paolo Cioni

Istituto di Scienza delle costruzioni - Università di Pisa - Italia

Sommario: Si è esaminato il comportamento di elementi strutturali realizzati con un blocco forato di laterizio che costituisce cassero per getti di calcestruzzo di sigillatura con possibilità di alloggiare armatura in cavità allo scopo predisposte.

Lo studio è stato effettuato sottoponendo a prova elementi strutturali e parte di elementi realizzati con la detta tecnologia portandoli fino alla rottura.

Abstract: It has been examined the behaviour of structural elements made of a brick drilled block, being the caisson for filling concrete castings, having the possibility of housing reinforcement in the cavities prearranged for that purpose. The study has been developed testing structural elements and elements parts, obtained through said technology, and bringing them up to breakage.

1. Premessa

L'accoppiamento di elementi costruttivi con diverse caratteristiche di comportamento sotto carico produce immancabilmente dei problemi di compatibilità tanto più accentuati quanto maggiori sono le differenze fra i materiali usati.

Il muro in mattoni, generalmente realizzato con malta di calce, viene accoppiato a strutture in cemento armato oppure in acciaio.

Le strutture, comunemente a telaio, nella loro deformazione, impegnano i pannelli di muratura con sollecitazioni non prevedibili.

Tipico effetto dovuto al fluage del calcestruzzo è lo schiacciamento delle tramezzature in edifici multipiano in cemento armato, schiacciamento che si verifica prevalentemente ai piani bassi dove la deformazione anelastica differita delle travi porta a concentrare sulle tramezzature ed anche sui tamponamenti esterni il carico dovuto alle deformazioni dei vari piani superiori.

Nelle strutture in acciaio già le deformazioni elastiche dovute ai sovraccarichi accidentali sono spesso incompatibili con gli elementi in muratura ordinaria nei quali inducono lesioni e rotture. La realizzazione di tamponamenti più resistenti (muri a mattoni pieni) può addirittura essere più pericolosa in quanto, invece di funzionare da elementi "valvola" più deboli, i pannelli scaricano sulle strutture portanti inferiori il carico assunto da quelle sovrastanti.

Una alternativa al tipo di impiego su esposto è rappresentato dalla muratura portante non accoppiata quindi a scheletri e intelaiature. Dato però che la tradizionale muratura poco risponde alle diverse necessità di industrializzazione, semplificazione del lavoro in opera, economia, si è esaminata una muratura armata, realizzata con elementi in laterizio, denominati "Keybrick system", che permettono la finitura faccia vista della muratura e che costituiscono casseri a perdere per il getto di malta di cemento con cui formano vere e proprie pareti in cemento armato.

2. Tipologia strutturale esaminata

Gli elementi in laterizio esaminati nel presente lavoro, denominati "Keybrick system", permettono di realizzare ed utilizzare con moderna tecnologia intuizioni come quella dell'ingegnere Paul Cottancin che già all'esposizione universale di Parigi del 1889[1] presentava elementi in laterizio dotati di opportune forature (Fig.1) per murature armate.

Gli attuali elementi sono illustrati nelle Fig.2 e 3 ed hanno la particolarità di essere assemblati a secco senza interposizione di malta; la presenza di "perni" in plastica a perdere alloggiati in fori ovali facilita il corretto posizionamento degli elementi.

La mancanza dei giunti di malta (1) permette un montaggio molto più rapido rispetto al laterizio tradizionale montaggio che può essere eseguito da personale non specializzato.

La disponibilità di pezzi speciali (Fig.4 e 5) consente di formare spigoli, mazzette, architravi, senza difficoltà alcuna.

La muratura esaminata è costituita, per la parte strutturale, da un muro di spessore 12,5 cm, finito a faccia vista verso l'esterno, irrigidito da lesene poste ad interasse 1,5+ 2m (2); il muro è poi finito con una camera d'aria contenente materiale isolante ed impianti ed una contro parete interna in laterizio intonacato (Fig.6) oppure in pannelli di cartongesso o simili.

Il getto di malta di cemento, da realizzare con la malta della tabella 1, viene eseguito dall'alto per altezza di muro di 1+ 1,50 m.

Tabella
n.1

mm	granulometria inerti %					Acqua in l/mc	Cemento in (Kg/mc)	KN/mc
	0 - 0,25	0,25 - 0,5	0,5 - 1	1 - 2	2 - 4			
Malta «A»	17	17	21	26	20	350	(300)	2.94
Malta «B»	21	21	26	32	—	400	(350)	3.43
Malta «C»	31	31	38	—	—	450	(400)	3.92

Le armature orizzontali vengono poste in opera durante il montaggio dei mattoni mentre le armature verticali vengono posizionate a montaggio del muro già eseguito, prima del getto della malta di sigillatura.

3. Materiali usati nelle prove

Le armature verticali usate negli elementi esaminati sono costituite da 1 \emptyset 6 ogni 12,5 cm mentre le orizzontali sono 2 \emptyset 4 ogni 6,25 cm.

Le armature verticali giacciono nel piano medio del muro mentre le due barre orizzontali, simmetriche rispetto al piano medio distano fra loro 5 cm.

L'acciaio usato è del tipo Fe B 44k (3) ad adherenza migliorata e la malta del tipo "B" di cui alla tabella 1.

4. Prove effettuate

Sono state effettuate quattro tipi di prove fino alla rottura degli elementi campione:

A- PROVA A COMPRESSIONE ASSIALE SU DI UN ELEMENTO PILASTRO CON SEZIONE CAVA COME DA FIG.8.

L'elemento non era armato. La prova effettuata intendeva ottenere indicazioni circa la resistenza in opera della tipologia costruttiva considerata anche in rapporto ai pericoli di rottura fragile ed ai due diversi tipi di contatto esistenti fra i bordi della muratura (laterizio su laterizio) e l'interno (laterizio-malta cementizia-laterizio).

Per effettuare la prova le testate del campione sono state rese piane e parallele mediante un sottile getto di malta cementizia con alto dosaggio di legante.

I risultati della prova sono sintetizzati nella tabella 2 ed illustrati nelle fotografie di fig.9 e 10.

B- PROVA A COMPRESSIONE SU TRATTI DI PARETE DI SPESSORE $s=12,5$ cm, ALLO STATO NATURALE E DOPO CICLI GELO-DISGELO.

Gli elementi provati non erano armati.

Le prove effettuate intendevano ottenere ulteriori indicazioni circa il comportamento in opera della tipologia "Keybrick system"

per elementi sottili ed inoltre appurare l'influenza dei cicli gelo-disgelo sulle caratteristiche meccaniche dei manufatti; sono state effettuate quindi due serie di prove.

Sono stati provati tre elementi di uguali dimensioni (Fig.11) dei quali il primo allo stato naturale e gli altri due dopo che sono stati sottoposti a 20 cicli di gelo e disgelo. I cicli gelo-disgelo sono stati realizzati mantenendo alternativamente per periodi di 3 ore i campioni in acqua a 308°K(+35°C) e in cella frigorifera a 258°K (-15°C).

I risultati sono stati riassunti nella tabella n°3.

Tabella n.2

Dimensioni cm x cm x cm	Area compressa mm ²	Resistenza	
		totale KN	per mm ² N/mm ²
37.5x37.5x37.5	125000	3580 (°)	28.65
l'elemento é dotato di cavità centrale di 12.5x12.5 cm		(°) a 2160 KN é iniziato il distacco di scaglie di late- rizio esterne	

Tabella n.3

Dimensioni cm	Area compressa mm ²	Resistenza		
		totale KN	per mm ² N	Note
37,5 x12,7x37,5	48206	1015	2105	+
37,5 x12,7x37,5	48206	878	1821	=

+ Stato naturale

= Dopo 20 cicli di gelività (valori medi)

C. PROVA A FLESSIONE E TAGLIO SU ELEMENTI DI MURO ARMATO.

Sono stati provati a flessione quattro tratti di muro armato con 1 Ø 6 ogni 12,5 cm verticale e 2 Ø 4 ogni 6,25 cm orizzontali posizionati nelle apposite cavità e scanalature.

I tratti di muro di dimensioni come da fig.12 sono stati caricati secondo lo schema di fig.13.

Il carico è stato realizzato mediante un martinetto idraulico controllato da un manometro tarato di 4,905 KN in 4,905 KN e riportato agli elementi mediante una traversa, simmetrica rispetto al martinetto, dotata di due coltelli distanti fra loro 63 cm.

Gli appoggi sono stati ottenuti con cilindri di acciaio che realizzavano vincoli di semplice appoggio.

Durante le prove sono stati rilevati gli abbassamenti (f) della mezzeria degli elementi mediante un flessimetro centesimale fino al carico totale di 39,24 KN e successivamente, con calibro dotato di nonio decimale.

Le prove hanno inteso ottenere indicazioni circa la reale collaborazione fra gli elementi costituenti la muratura armata (acciaio-malta-laterizio), sui meccanismi di rottura, sulla capacità di sostenere sforzi taglienti.

I risultati delle prove sono illustrati nel grafico di fig.14 e nella fig.15.

CONCLUSIONI

Il sistema costruttivo costituito da mattoni a incastro risolve problemi tecnologici e di industrializzazione della costruzione in laterizio ed ha un ottimo comportamento statico quale muratura armata autoportante come evidenziato dalle prove eseguite che evidenziano resistenze a rottura della muratura dell'ordine di 200 N/mm² e rottura di elementi inflessi armati avvenute in armatura debole (rottura delle barre metalliche).

Buon comportamento è anche evidenziato nei confronti della gelività avendosi diminuzioni di resistenza, dopo 20 cicli di gelività, dell'ordine del 13%.

NOTE

(1) Il giunto in malta può essere omesso grazie ad una accurata rettifica meccanica delle superfici di contatto dei vari elementi; rettifica eseguita con tolleranza $\pm 10^{-4}$ m

- (2) L'interesse (i) delle lesene è opportuno che sia:
 $i = 10s + b$ essendo s lo spessore del muro e b la lunghezza delle lesene

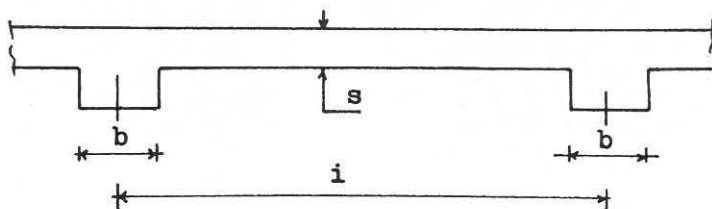


FIG. 7 - Interesse lesene

- (3) I materiali sono indicati con le notazioni "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche" oggetto del D.M. 26.3.80.

BIBLIOGRAFIA

[1] L'etat de quelques oeuvres des pioniers français de la maçonnerie armée; D.Berustein. Atti 5° IBMAC

[2] Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche; oggetto del D.M. 26.3.80.

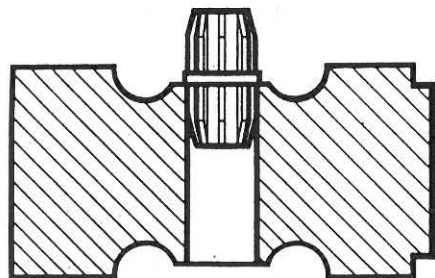


FIG. 3
Particolari di
assemblaggio

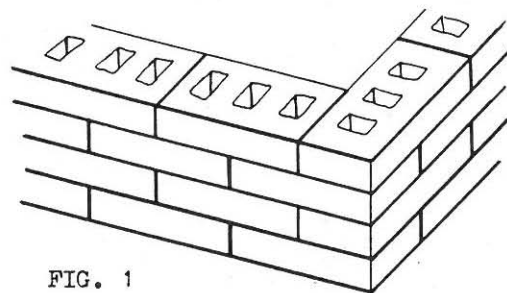
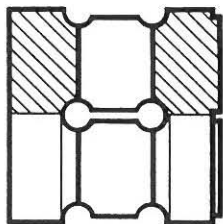
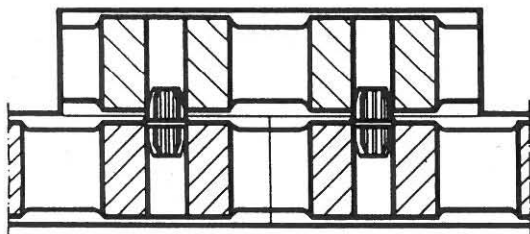
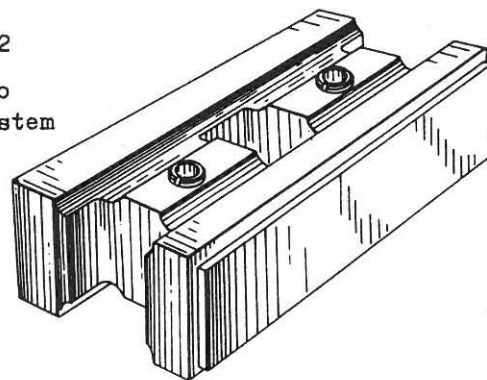


FIG. 1
Mattoni tipo Cottancin

FIG. 2
Matteone tipo
Keybrick System



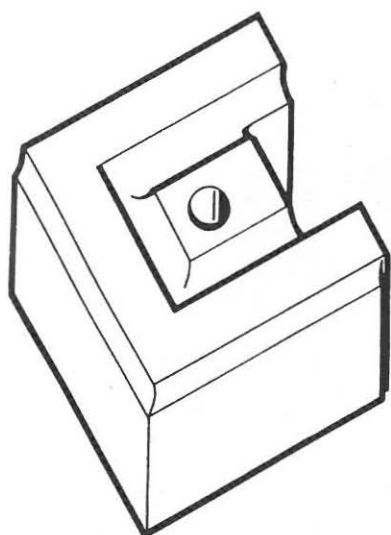


FIG. 4
Elementi
speciali

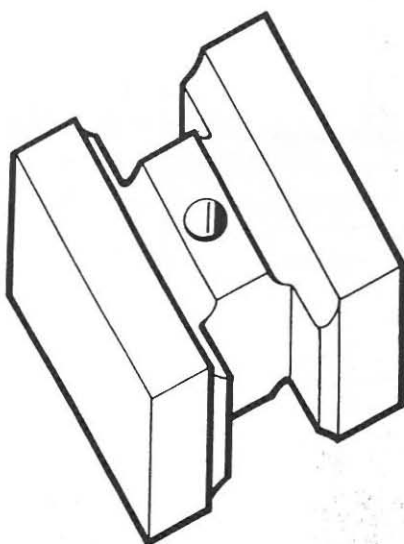


FIG. 5
Elementi
speciali

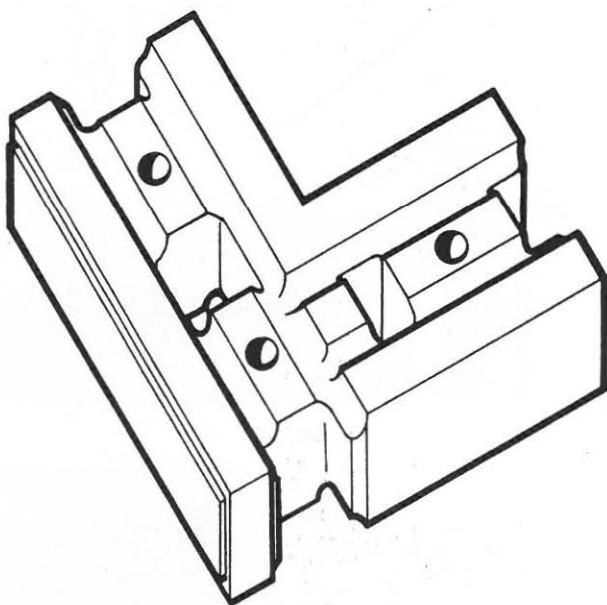
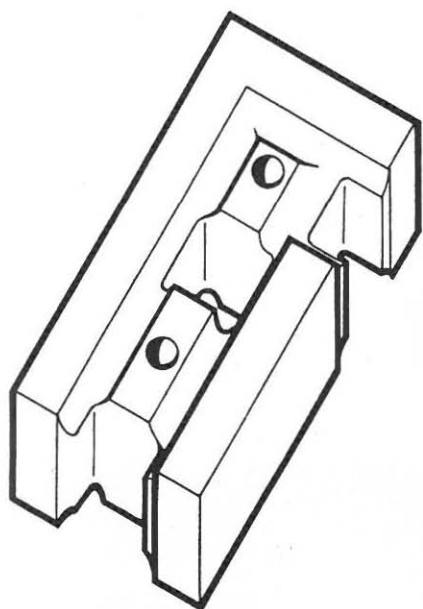
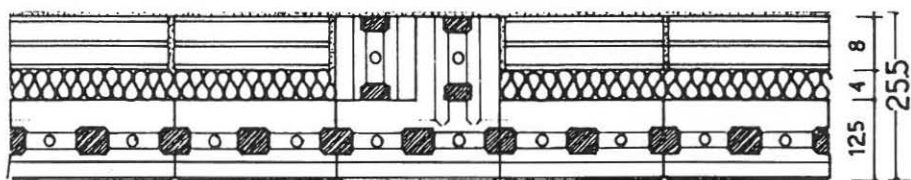


FIG. 6 - Particolare di muro portante con finitura interna
a mattoni forati ed intonaco



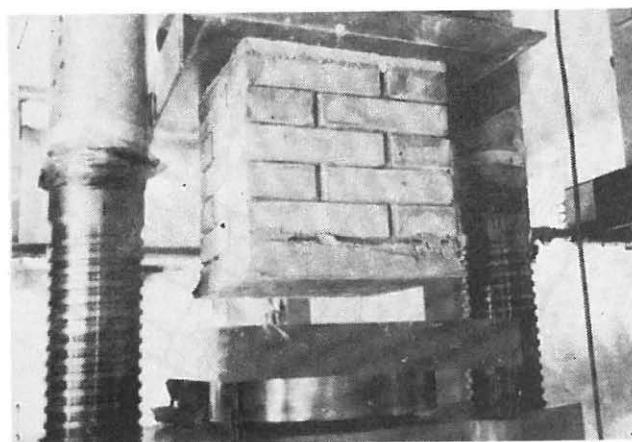
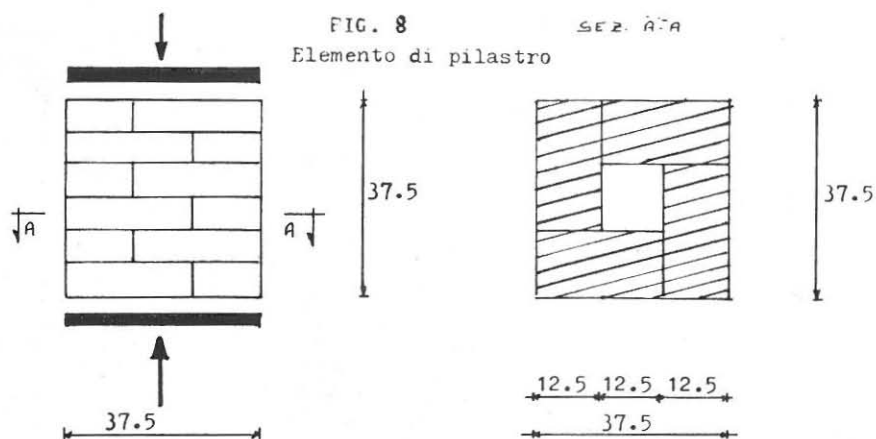


FIG. 9

Elemento di pilastro
prima della prova a
compressione

FIG. 10

Elemento di pilastro
dopo la prova a
compressione



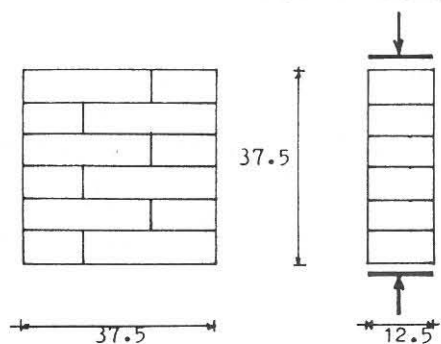


FIG. 11
Elementi di muro sottoposti
a prova di compressione

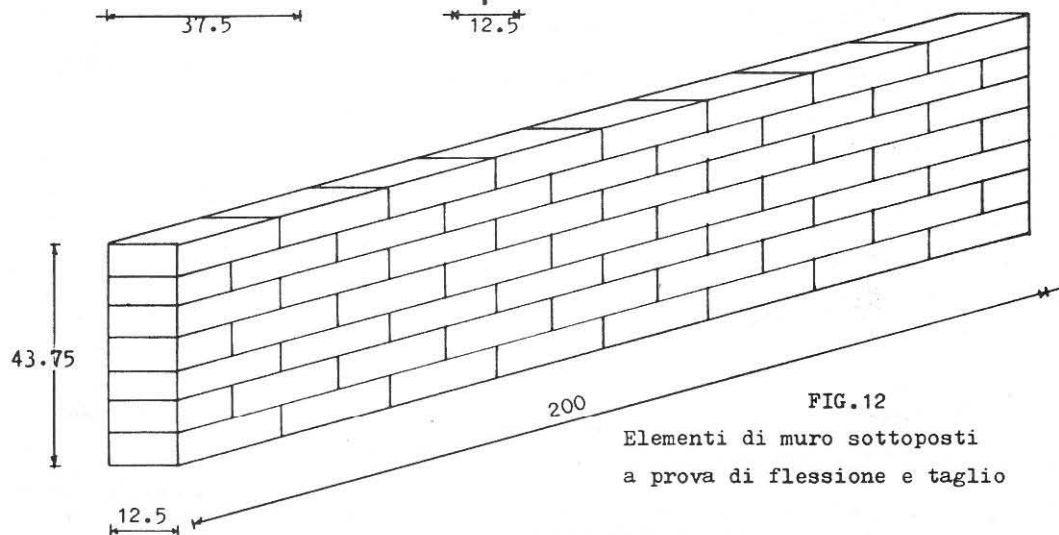


FIG. 12
Elementi di muro sottoposti
a prova di flessione e taglio

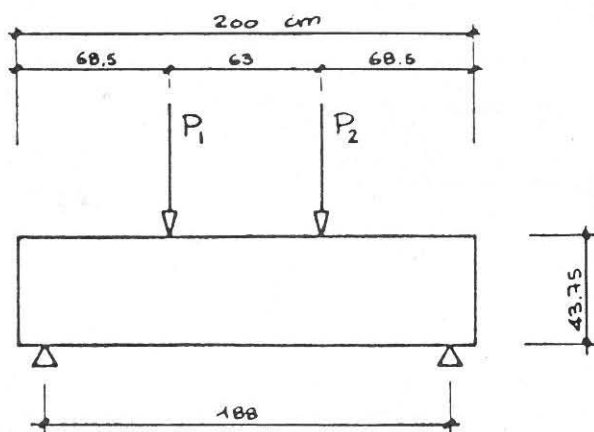


FIG. 13
Elementi di muro
sottoposti a
prova di flessione
e taglio
Schema di carico

$$l = 188 \text{ cm}$$

$$b = 12.5 \text{ cm}$$

$$A_f = \text{area ferro orizzontale} = 1.51 \text{ cm}^2$$

fig. 13

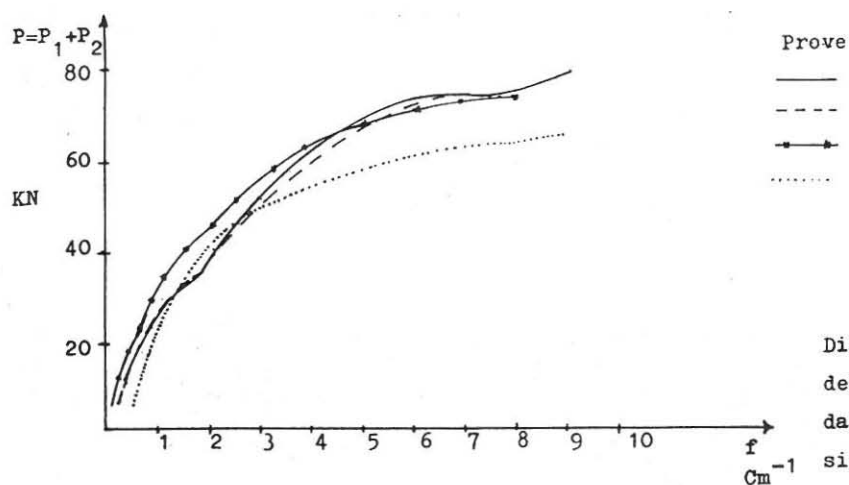
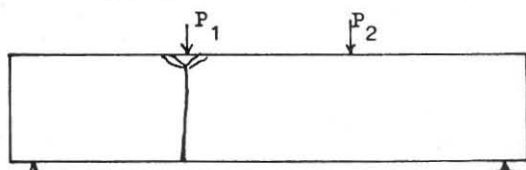
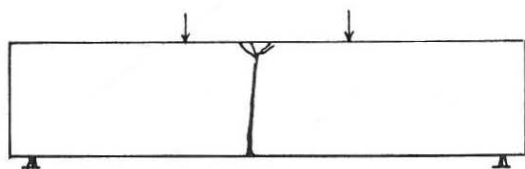


FIG. 14
Diagrammi carico-deformazione tratti dalle prove a flessione e taglio

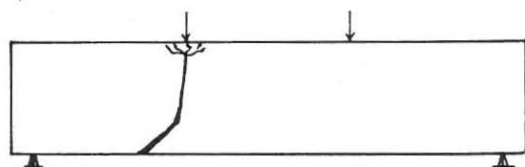
FIG. 15 - Andamento delle maggiori lesioni alla rottura nella prova a flessione e taglio di tratti di muro



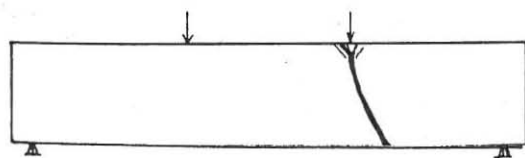
Prova 1



Prova 2



Prova 3



Prova 4