

COMUNE DI ORISTANO

LAVORI PER LA RISTRUTTURAZIONE DEL CAMPO SPORTIVO
"THARROS"

RELAZIONE DI COLLAUDO STATICO DELLE STRUTTURE IN C.A.N.

ALL'UFFICIO TECNICO DEL COMUNE DI
ORISTANO

LAVORI PER LA RISTRUTTURAZIONE DEL CAMPO SPORTIVO "THARROS"

COLLAUDO STATICO OPERE IN C.A.N.
(L.1086/71 ART.7)

DATI AMMINISTRATIVI

COMMITTENTE : Amministrazione Comunale Oristano

PROGETTISTA DELL'OPERA E DIRETTORE DEI LAVORI: Ing. Mario Zonchello
Dirigente dell'area tecnica del Comune di Oristano, iscritto col n°40 all'Ordine degli
Ingegneri della provincia di Oristano.

PROGETTISTA DELLE STRUTTURE : Ing. Raimondo Cadeddu, V. Parrocchia 6
Solarussa (OR) iscritto col n°256 all'Ordine degli Ingegneri della provincia di Oristano.

COSTRUTTORE : EDIL CO Snc, Via Trieste 25 Quartu S.Elena (CA)

DENUNCIA DELLE OPERE: del 22/01/97 depositata presso l'U.T. del Comune di
Oristano ai sensi dell'art. 4, ultimo comma, della L. 1086/71.

COLLAUDATORE: Ing. Francesco Annis, V.Sardegna 70, Oristano, iscritto col n°59
all'Ordine degli Ingegneri della provincia di Oristano, incaricato con del. G.M. n° 655
del 06/11/88 notificata lettera del 27/01/99 prot. 2937UT.

PREMESSA

Il collaudo statico riguarda esclusivamente le strutture in c.a.n. dell'opera indicata in
epigrafe mentre non riguarda la struttura in acciaio che costituisce il parapetto
perimetrale delle tribune. Per tale struttura sono in corso, da parte dell'U.T. del
comune, accertamenti sulla sua idoneità statica e costruttiva in relazione alle vigenti
normative.

DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE

EDIFICIO SPOGLIATOI - Si tratta di un fabbricato, elevato su un solo piano terra,
che ha una superficie lorda di 270 mq. circa. Il lato Nord coincide con il lato Sud di un
corpo totalmente interrato, sottostante un tratto delle tribune, che ha una superficie di
circa 100 mq. (20x25). In questo corpo interrato è ricavato il passaggio che attraverso
due scale consente il collegamento diretto fra gli spogliatoi ed il campo di calcio.

Ann

La struttura portante degli spogliatoi è costituita da cinque telai in c.a., disposti ad interasse di 4.00 m. ciascuno costituito da quattro campate di 4.00 m.

Tutti i pilastri hanno una sezione di 30x30 cm. e tutte le travi 30x40 cm.

I telai sono collegati sia dalle travi perimetrali che da un trave intermedio connesso con i pilastri centrali.

Sulle travi sono vincolati i solai di plafone sui quali grava il manto di copertura costituito da pannelli in lamiera d'acciaio tipo "Coverib".

Detti solai sono di tipo misto con nervature in c.a.n., ad interasse di 50 cm., con interposte pignatte laterizie.

Le fondazioni dei pilastri sono costituite da plinti con base d'appoggio da 120x120 cm., collegati in testa da travi di sezione 30x40 cm., la cui orditura corrisponde con quelle principali e di collegamento disposte in elevazione. I pilastri coincidenti con il muro perimetrale in c.a. del corpo interrato sono vincolati alla sommità di questo muro.

Il corpo interrato adiacente agli spogliatoi, sottostante un tratto di tribuna di circa 20 m., e limitato, perimetralmente, da muratura continua in cemento armato, alta 3.20 m., dello spessore di 30 cm., con suola di fondazione da 1.50x0.40 m. e superiormente da un solaio piano, con luce netta pari a 4.40 m., dello stesso tipo di quello precedentemente descritto.

TRIBUNE - Le nuove tribune sono ubicate intorno alla metà Sud del campo di calcio e comprendono cinque corpi rettilinei di lunghezza variabile, con uno sviluppo complessivo di circa 175 m., raccordati da quattro elementi triangolari.

La continuità delle gradinate è interrotta da quattro scale di accesso alle stesse.

Se si escludono le campate interessate dalle suddette scale e dagli elementi triangolari di raccordo dei corpi rettilinei, per la costruzione delle gradinate si è adottato un sistema modulare costituito da una serie di setti, posti ad interasse di 5.00 m., per un totale di 31 campate uguali, la cui funzione statica è quella di sostenere le gradinate.

La struttura prevalente è quindi costituita da setti in cemento armato normale, con sezione 25x470 cm. e altezza variabile fra 166 e 326 cm. Il setto superiormente è configurato a gradini per formare la sede d'appoggio delle solette che costituiscono le gradinate.

Le fondazioni dei setti è una suola da 150x40 cm.

Su ciascun setto poggiano cinque gradoni in c.a., dello spessore di 24 cm.; quello più basso della larghezza di 150 cm.: tre intermedi da 100 cm. e quello più alto da 80 cm. Il bordo superiore delle gradinate è costituito da una trave ad L rovescia, alta 65 cm., con base superiore da 60 cm. ed ali da 30 e 25 cm. Tutti i gradoni sono semplicemente appoggiati sui setti e ciascuno risulta staticamente indipendente da quelli contigui.

CALCOLI STATICI

Sono stati esaminati i calcoli statici riscontrando che i carichi permanenti ed accidentali considerati corrispondono a quelli prescritti dal D.M. LL.PP. 16/01/96. Le azioni interne sono state valutate con i normali metodi della scienza delle costruzioni utilizzando in modo appropriato un programma di calcolo elettronico.

Le massime sollecitazioni calcolate rientrano nei limiti prescritti dalle normative vigenti per i materiali adottati.

Le massime sollecitazioni indotte dalle diverse strutture sul terreno di fondazione sono inferiori a quella ammissibile, stabilita, con criterio cautelativo, dal progettista (1 kg/cmq.).

CONTROLLI SUI MATERIALI

Nel corso dei lavori sono stati effettuati quattro prelievi di calcestruzzo, ciascuno di due provini. Tre prelievi sono stati effettuati sul calcestruzzo utilizzato in elevazione ed un prelievo su quello di fondazione.

I provini sono stati sottoposti a prova di schiacciamento dal laboratorio autorizzato S.G.S. S.r.l. di Sestu (CA). Il certificato di prova è il n° 738/98 del 01/04/98.

Il numero dei prelievi effettuato consente un controllo di tipo "A" sul materiale.

I valori di resistenza media a rottura, dei provini confezionati con i tre prelievi riguardanti i getti delle strutture in elevazione, ordinati in senso crescente, risultano :

$$R_{m1} = 31.04 < R_{m2} = 31.42 < R_{m3} = 32.01$$

$$R_m = 31.49 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

La resistenza caratteristica prescritta dal progettista per questa struttura è $R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$.

Risultano soddisfatte le due condizioni :

$$R_m \geq R_{ck} + 3.5 \quad (31.49 > 28.5)$$

$$R_{m1} \geq R_{ck} - 3.5 \quad (31.04 > 21.5)$$

San

Per cui è da considerare positivo l'esito delle prove sul calcestruzzo.

VERBALE DI SOPRALLUOGO ESAME DELLE STRUTTURE

In data 24/02/99, alle ore 9:00, sono convenuti presso le strutture da collaudare i signori :

Geom. Luigi Pucci, rappresentante dell'Impresa
Ing. Raimondo Cadeddu, progettista delle strutture
nonché lo scrivente collaudatore.

Preliminarmente sono state esaminate le strutture da collaudare, verificando, anche mediante rilievi a campione, la corrispondenza dimensionale delle strutture realizzate con quelle di progetto ed in particolare con gli schemi strutturali adottati dal progettista.

Non si sono rilevate lesioni o altre manifestazioni legate a cedimenti strutturali o di fondazione.

Le superfici delle strutture principali in vista risultano piane, regolari e prive di asperità o nidi di ghiaia.

Data la particolare destinazione dell'opera lo scrivente ha ritenuto di dover procedere ad una prova di carico sulle tribune essendo queste le strutture soggette ai più gravosi carichi accidentali.

PREDISPOSIZIONE DELLA PROVA DI CARICO

Nall'All. A è riportato il calcolo del carico di prova equivalente, per le massime sollecitazioni indotte, a quello previsto dal progettista.

Nelle Fig.^{1a} 1 e 2 sono indicati lo schema della struttura e lo schema statico di calcolo, nella Fig.^{1a} 3 lo schema statico della struttura da sottoporre a prova.

Si è previsto di caricare una porzione centrale della trave da 1.50 m. Il carico globale di prova è risultato pari a 12 KN.

Si è stabilito di caricare la struttura con 24 sacchi di cemento da 0.5 KN ciascuno.

Il gradone oggetto della prova è quello individuato dal codice di posizione 25B nella TAV.5 dei disegni esecutivi.

Sono stati disposti tre flessimetri con lettura diretta pari a 1/100 mm., con la testa dell'astina scorrevole disposta a contatto della struttura.

Il piano d'appoggio dei flessimetri è stato realizzato mediante tavoloni sostenuti da tre cavalletti metallici. I tavoloni sono stati inoltre fissati alle estremità inchiodandoli ai setti in cemento armato.

Dei tre flessimetri due (A,C) sono stati disposti il più vicino possibile agli appoggi della trave ed uno nella mezzeria, tutti in corrispondenza del bordo esterno, più lontano dalla tamponatura eseguita fra il gradone oggetto della prova e quello sottostante (V. fig. 3).

PROVA DI CARICO

Come stabilito si è proceduto al carico della struttura, interessando una stesa di 1.50 m. a cavallo della sezione di mezzeria.

Il massimo carico di prova (12 KN) è stato raggiunto con incrementi di 3 KN (6 sacchi).

Dopo ogni incremento la lettura ai flessimetri è stata registrata accertando che le deformazione fosse esaurita. Lo stesso criterio è stato seguito nella fase di scarico.

Le operazioni di carico sono iniziate alle ore 9:40 ed ultimate alle ore 11:40, quelle di scarico dalle ore 11:45 alle 12:30 l'ultima lettura è stata registrata alle 13:40.

Nel corso della prova gli strumenti risultavano al coperto e le condizioni climatiche favorevoli, per cui si ritiene che le misurazioni non siano state influenzate dalle variazioni di temperatura.

Nel seguente prospetto sono riportati i valori delle letture registrate.

P (KN)	LETTURE CARICO (mm x 100)		
	A	B	C
0	66.50	1.20	93.00
3	65.00	4.20	93.00
6	66.00	7.50	93.00
9	67.20	11.00	94.50
12	68.00	14.50	95.00

P (KN)	LETTURE SCARICO (mm x 100)		
	A	B	C
12	68.00	14.50	95.00
9	67.50	12.80	95.00
6	67.50	10.50	95.00
3	67.50	7.20	95.00
0	67.50	3.80	95.00

folly

ULTERIORI VERIFICHE

Sono state eseguite numerose prove per verificare la durezza superficiale del calcestruzzo su diverse parti non intonacate della struttura (setti e gradoni) mediante sclerometro.

Su ciascun punto sottoposto a prova sono state eseguite otto battute.

Dalle curve di correlazione durezza/resistenza si sono registrati valori di resistenza compresi fra 28 e 32 N/mm², dello stesso ordine di grandezza di quelli risultanti nei certificati del laboratorio.

CONSIDERAZIONI SUL RISULTATO DELLA PROVA

Nell'allegato B è riportata, in rosso, la "curva" carichi/deformazioni elaborata con i dati delle letture sopraindicate. Le deformazioni rappresentano gli abbassamenti al centro del gradone (B) depurati dei corrispondenti valori medi fra gli abbassamenti registrati agli estremi (A e C).

Nello stesso piano Q/f è rappresentata, in blu, la curva teorica di carico. Dal confronto fra le due curve si rileva che la freccia massima teorica come prevedibile, è notevolmente superiore a quella reale. Infatti lo schema statico reale della struttura non corrisponde con quello teorico adottato nel calcolo, in quanto lo spazio fra ciascun gradone e quello sovrastante è stato tamponato con mattoni creando così un ulteriore vincolo (appoggio elastico) su uno dei bordi più lunghi del gradone.

Solo estendendo il carico su tutti i gradoni di una campata lo schema statico teorico sarebbe stato più aderente alla situazione reale.

Per una più corretta valutazione del risultato della prova, nello stesso piano Q/f, è stata riportata la curva degli abbassamenti relativa al punto medio del bordo libero di una piastra appoggiata su tre lati, con vincoli non cedevoli (gialla). Si rileva che la curva di prova è compresa fra quelle teoriche ottenute per le due condizioni limite per i vincoli, ed il suo andamento, secondo le previsioni, non si scosta di molto da quello relativo alla piastra vincolata con semplice appoggio su tre lati.

La curva di prova presenta le seguenti caratteristiche:

- Le deformazioni rilevate risultano pressoché proporzionali ai carichi applicati.
- La deformazione residua (0.0085 mm.) risulta una quota minima di quella massima registrata (7.4%).
- Le particolari caratteristiche di vincolo della struttura non hanno consentito di calcolare in modo rigoroso la freccia teorica per il carico di prova, ma dalla

comparazione fra il valore della deformazione registrata e quelli teorici valutati nelle due condizioni limite di vincolo, si può dedurre una risposta positiva della struttura sotto carico.

- Le deformazioni permanenti registrate agli appoggi sono trascurabili (0.01 e 0.02 mm.) ed erano prevedibili, dato il tipo di vincolo.
- Nel corso della prova non si sono verificate lesioni o dissesti, per cui non è stata compromessa la sicurezza della struttura.

CERTIFICATO DI COLLAUDO

Tutto ciò premesso, il sottoscritto collaudatore, considerato che la struttura per quanto è stato possibile accertare, è stata eseguita in conformità al progetto, che i calcoli statici e i disegni esecutivi corrispondono alle prescrizioni imposte dalle norme vigenti. Preso atto che il rappresentante dell'Impresa ha dichiarato che nel corso dei lavori non si è verificato alcun fatto anomalo e che gli stessi sono stati eseguiti nella scrupolosa osservanza dei disegni esecutivi e delle disposizioni della Direzione Lavori. Visto l'esito dei controlli sui materiali, sui calcoli statici ed il risultato della prova di carico, dichiarando inoltre di non esser intervenuto in alcun modo nella progettazione, direzione ed esecuzione dell'opera e di avere i requisiti di cui all'art. 7 della L.1086/71.

CERTIFICA

che le operazioni di collaudo statico riguardanti esclusivamente le strutture in cemento armato normale, realizzate per la ristrutturazione del campo sportivo "Tharros" di Oristano, hanno avuto esito positivo, pertanto, risultano idonee per essere sottoposte, in tutta sicurezza, alle condizioni di esercizio previste in progetto, precisando che prima dell'utilizzo delle tribune occorre concludere le verifiche e effettuare gli eventuali adeguamenti di cui si è detto in premessa.



n. 59

Il Collaudatore
PROVINCIA ORISTANO

Dr. Ing. Francesco Annis

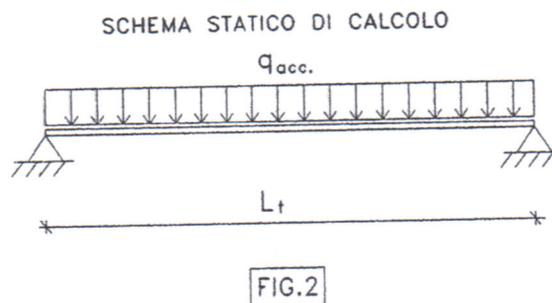
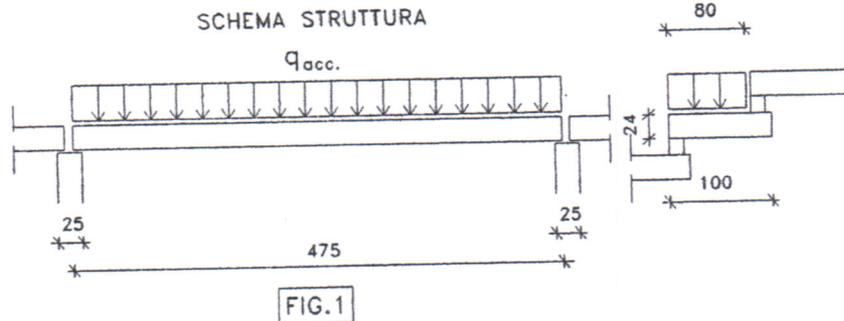
Visto

Il Direttore dei lavori
Ing. Mario Zonchello

l'Impresa

ALLEGATO A

CALCOLO CARICO DI PROVA E DELLE FRECCE TEORICHE



CARATTERISTICHE GEOMETRICHE (TRAVE TIPO 2 DIS. ESEC. TAV. 4)

Luce teorica	:	$L_t = 475 + (2/3) 12.5$	= 484 cm.
Sezione	:	$B \times H$	= 100 x 24
Armatura	:	$A_s = 11.50 \text{ cmq.}$	= (6 \varnothing 14 + 2 \varnothing 12)
	:	$A'_s = 2.26 \text{ cmq.}$	= (2 \varnothing 12) trascurabile
Inerzia	:	Sez. omogenea	$J = 115.200 \text{ cm}^4$
	:	Sez. id	$J_i = 45.241 \text{ cm}^4$

CARICHI ACCIDENTALI (D.M. LL.PP. 16/01/96)

Cat. 4	:	$q_{acc.}$	= 5 KN/mq.
Per ml.	:	$q_{acc.} = 5 \times 0.8$	= 4 KN/m.

AZIONI INTERNE MASSIME PER CARICO ACCIDENTALE

$$m = 1/8 \times 4.00(4.84)^2 = 11.713 \text{ KN/m.}$$

STIMA CARICO DI PROVA

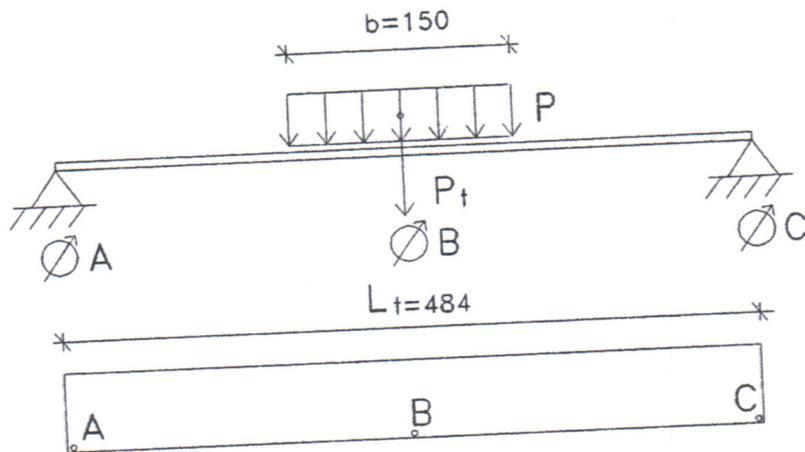


FIG.3

$$p \times 1.50 (2 \times 4.84 - 1.50) / 8 = 11.713 \text{ KNm.}$$

$$p = 7.637 \text{ KN/m}$$

$$P_t = 7.637 \times 1.50 = 11.46 \approx 12 \text{ KN}$$

FRECCE TEORICHE PER TRAVE APPOGGIATA

$$f_t = \frac{P \times b}{96 E_c J} (2 L_t^3 - L_t \times b^2 + b^3/4)$$

Visti i risultati delle prove di schiacciamento e delle prove sclerometriche si assume:

$$E_c = 5700 \sqrt{30} = 31.220 \text{ N/mm}^2.$$

La freccia teorica per il massimo carico di prova ($Q=12\text{KN}$), nell'ipotesi di sezione omogenea, tutta reagente, risulta

$$f_t = 0.753 \text{ mm.}$$

Long

FRECCIA TEORICA PER LASTRA APPOGGIATA SU TRE LATI

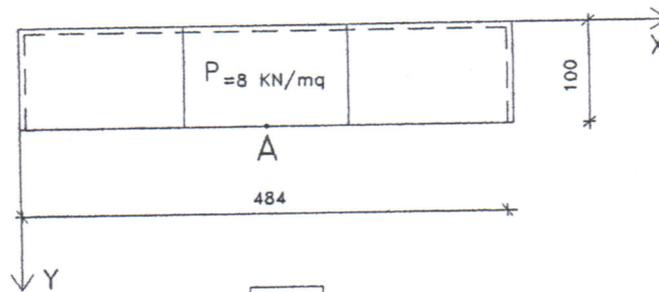
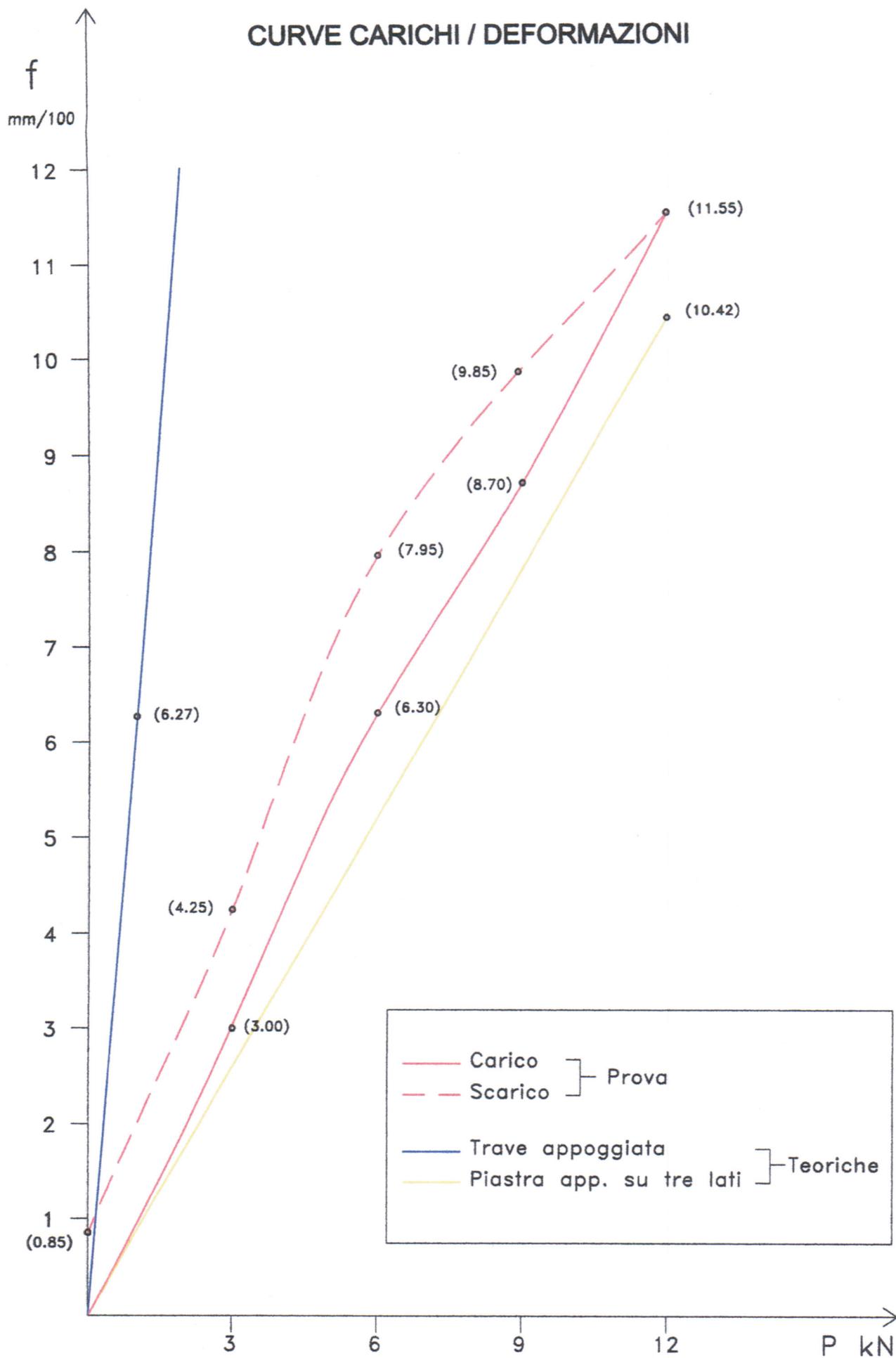


FIG.4

Utilizzando un programma di calcolo agli elementi finiti la freccia massima nel punto A risulta : $f_a = 0.1042 \text{ mm}$.

ALLEGATO B

CURVE CARICHI / DEFORMAZIONI



Low