

## Esercitazione:

### Determinazione della posizione del centro di taglio

#### 1. Introduzione, descrizione generale

L'esercitazione proposta ha lo scopo di rilevare sperimentalmente la posizione del centro di taglio di una trave in parete sottile a sezione aperta. La trave viene appoggiata su due supporti alle estremità e caricata da una forza in posizione centrale (Fig. 1). Il punto di applicazione della forza può essere spostato in corda, al fine di misurare la rotazione della sezione e determinare la posizione della forza corrispondente ad una rotazione nulla della sezione. Tale posizione corrisponde alla posizione del centro di taglio.

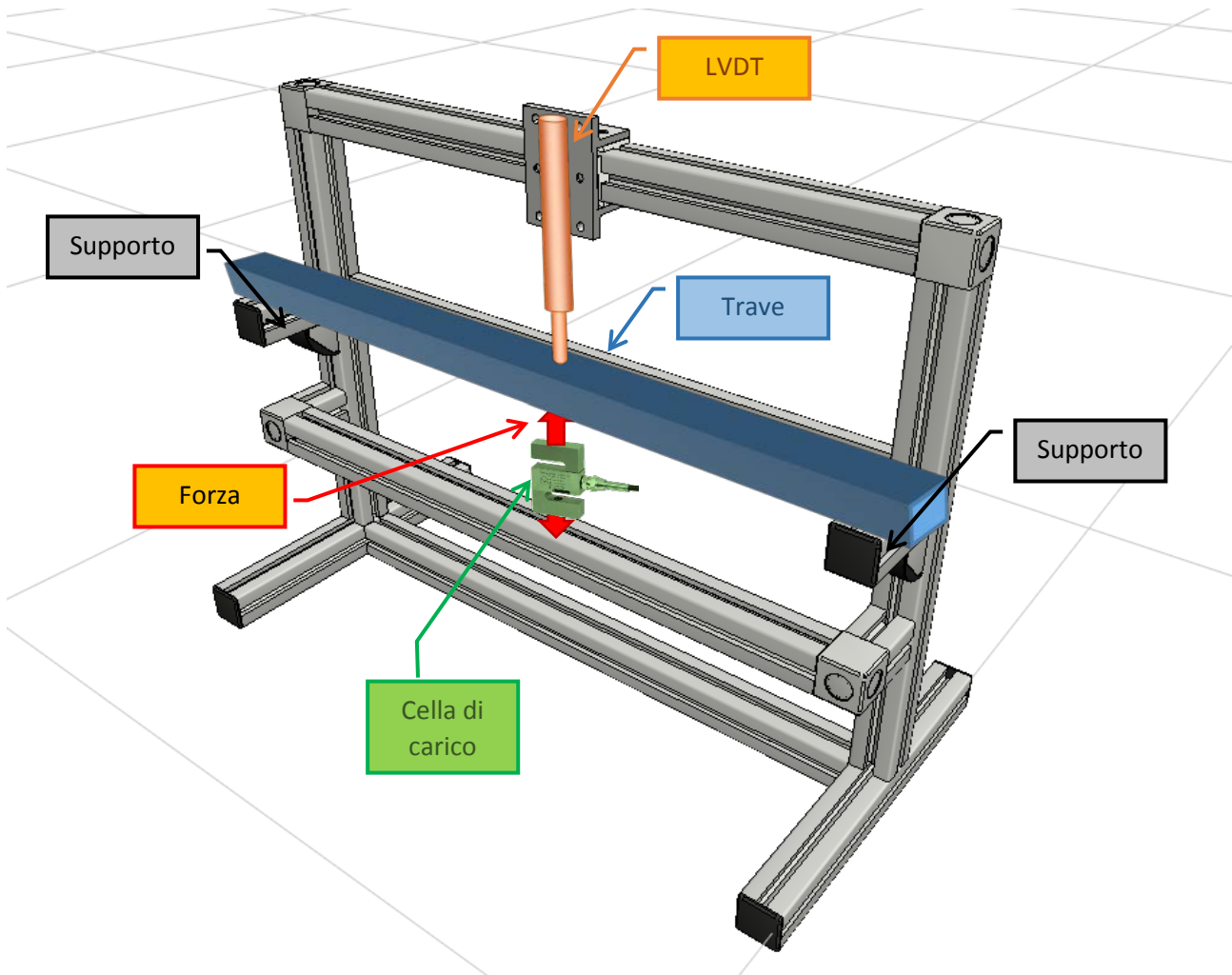


Fig. 1 – Attrezzatura di carico e di misura per l'esercitazione sperimentale

Le caratteristiche nominali della trave verranno poi aggiornati in base alle misure effettuate sulla trave oggetto della prova sperimentale.

La misura dello spostamento verrà effettuata mediante un *trasduttore di spostamento* induttivo di tipo LVDT (*Linear Variable Differential Transformer*). La misura della forza mediante una *cella di carico estensimetrica* (nella quale la forza è prima convertita in deformazione meccanica misurata mediante un ponte di estensimetri elettrici a resistenza).

La forza, misurata mediante la suddetta cella di carico, sarà generata mediante un sistema a vite azionato manualmente. La vite produrrà una forza che passerà attraverso la cella di carico (che ne permetterà quindi la misura) e sarà quindi applicata al punto centrale della trave oggetto dell'esperienza.

Il sistema indicato in figura 2 permette lo spostamento del punto di applicazione della forza e la variazione della posizione del trasduttore di misura degli spostamenti sempre lungo la corda della trave per la misurazione dello spostamento della flangia in più punti lungo la corda.

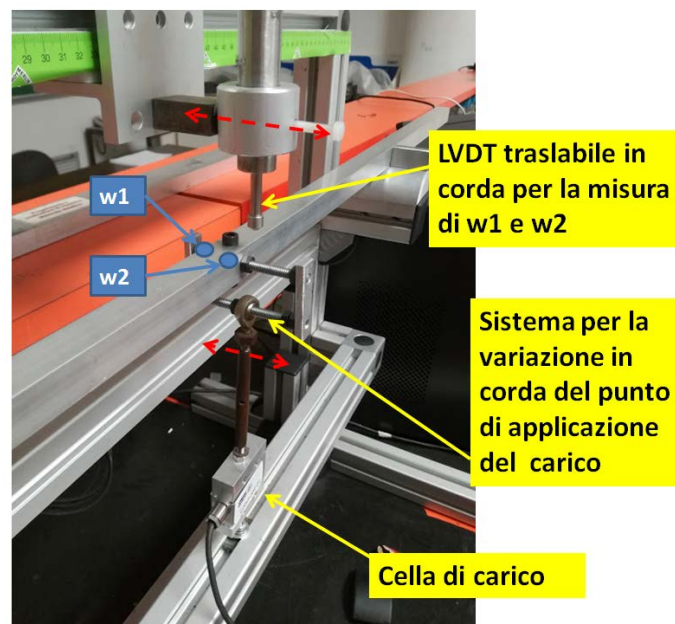


Fig. 2 – Sistema per lo spostamento del punto di applicazione della forza e misura dello spostamento

Misurando lo spostamento in almeno due punti ( $w1$  e  $w2$ ) della sezione ne potrà essere valutata la rotazione che risulterà proporzionale alla differenza dei due valori  $\Delta w$ .

Le misure di forza e spostamento avverranno mediante una scheda di acquisizione a due canali (per forza e spostamento) collegata al PC a disposizione. Un software sviluppato in ambiente [NI LabView®](#) permetterà di misurare i campioni di forza e spostamento. I valori dovranno essere rilevati e memorizzati (su carta o in formato elettronico) per successive elaborazioni e per produrre il documento di valutazione dell'avvenuta esperienza (da compilare sulla apposita scheda del portale della didattica nella propria pagina personale).

Nota bene: per come è impostata l'esercitazione verranno misurati simultaneamente campioni di forza e spostamento.



## 1.1. Procedura

L'esercitazione si svolge sinteticamente nel modo seguente (dopo aver preparato e predisposto tutta l'apparecchiatura necessaria ed effettuato i necessari collegamenti e posizionamenti):

- a) Allineamento della trave sugli appoggi e del punto di applicazione della forza in mezzera.
- b) Posizionamento dell'LVDT in uno dei punti di misura dello spostamento lungo la corda della trave
- c) Applicazione della forza nel primo punto in corda mediante il sistema a vite (carico dal valore di forza circa nullo fino ad un valore adeguato per leggere la curva corsa-spostamento a video del calcolatore), scarico, ripetizione almeno altre due volte del ciclo carico/scarico
- d) Registrazione dei valori spostamento in almeno due posizioni lungo la corda ( $w_1$  e  $w_2$ ) e valutazione del valore della rotazione o del delta spostamento.
- e) Spostamento del punto di applicazione della forza ripetendo il passo d) e tracciamento del grafico posizione della forza-rotazione (vedi figura 6)

## 1.2. Materiale fornito per l'esperienza

Il materiale a disposizione necessario per l'esperienza consiste di (Fig. 3):

- Trave in lega leggera sezione da rilevare
- Telaio di carico con supporti, sistema di carico a vite, cella di carico ([AEP modello TCA](#), con portata di 500 N), LVDT ([AML/EU/±5/S](#), con corsa di  $\pm 5$  mm) e relativa slitta per il posizionamento
- Cavi di collegamento
- Alimentatore regolabile da laboratorio ([ISO-TECH IPS303DD](#), Vout 0  $\rightarrow$  30V)
- [Scheda di acquisizione e conversione analogica/digitale a 2 canali NI 9218](#) (in chassis [cDAQ-9171](#), CompactDAQ, 1 slot, con connessione USB)
- Personal computer con software di acquisizione dedicato (sviluppato in ambiente [NI LabView®](#))

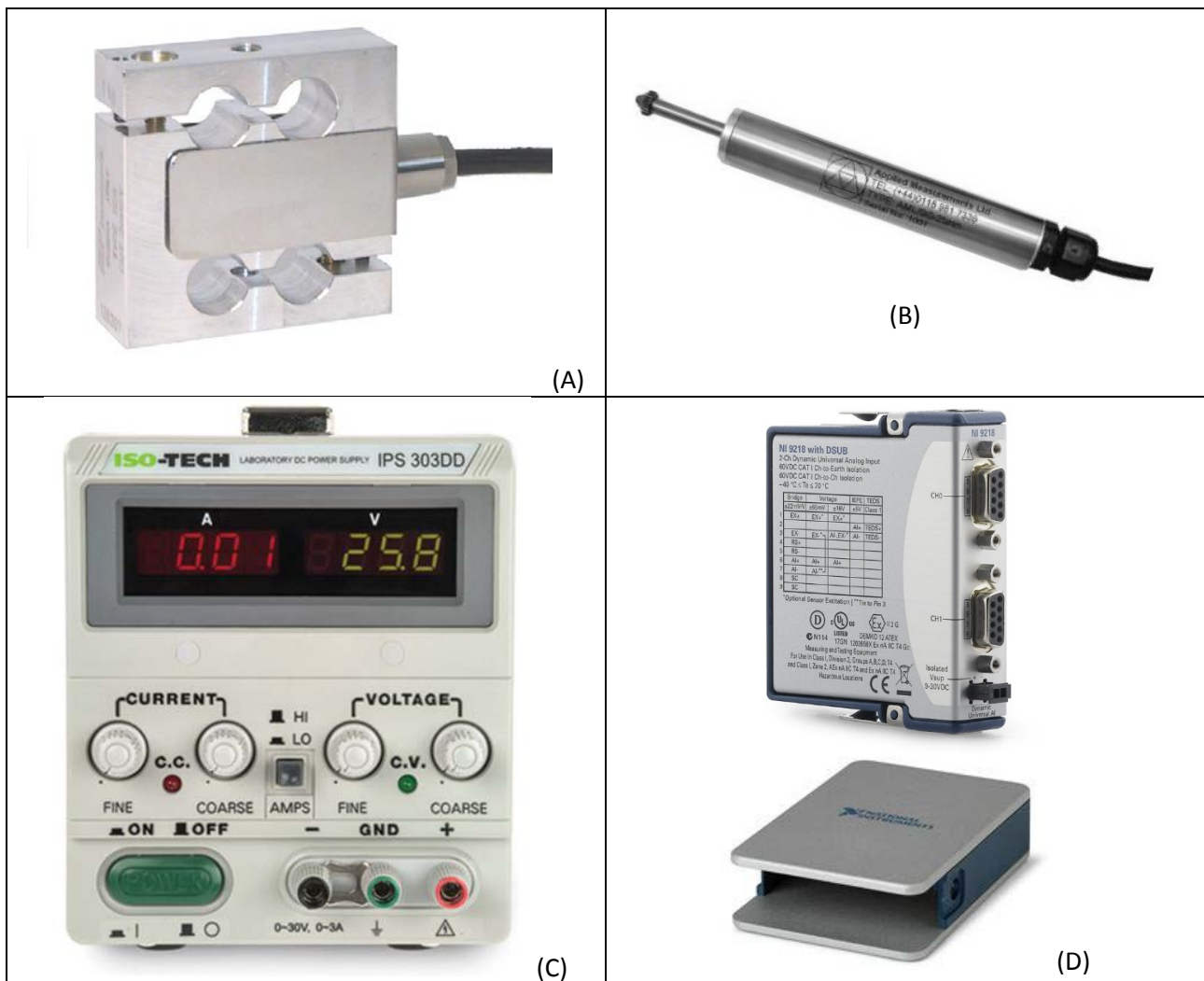


Fig. 3 – Attrezzatura fornita per l'esercitazione: (A) [cella di carico AEP modello TCA](#); (B) [LVDT](#); (C) [alimentatore ISO-TECH IPS303DD](#); (D) Scheda [NI 9218](#) e chassis [cDAQ-9171](#) (CompactDAQ)

## 2. Svolgimento

Prima di tutto occorre accendere il PC e le apparecchiature elettroniche collegate. Dopo di ch  si effettuer  il login mediante nome utente/password del portale della didattica e si andr  sulla propria pagina personale del portale della didattica.

1. Accendere l'alimentatore e regolare la tensione in uscita ad un valore un po' superiore a 12 V (orientativamente fra 13 V e 15 V) mediante i due comandi VOLTAGE (Fig. 2(C)); se la tensione letta sul display di destra non aumentasse e non fosse regolabile, aumentare il valore della corrente con i comandi CURRENT)
2. Verificare il collegamento o collegare il cavo di alimentazione dell'LVDT (dall'alimentatore al CompactDAQ) alle due prese **rispettando i colori rosso e nero** (in basso a destra)
3. Verificare il collegamento dell'LVDT al sistema di acquisizione CompactDAQ (\*)
4. Verificare il collegamento della cella di carico al sistema di acquisizione CompactDAQ (\*)
5. Verificare il collegamento del sistema di acquisizione CompactDAQ al PC (\*)
6. Montare la trave sui supporti e collegare (meccanicamente) il sistema di carico alla trave (se non gi  collegato)

7. Attivare il programma di acquisizione (Fig. 4)

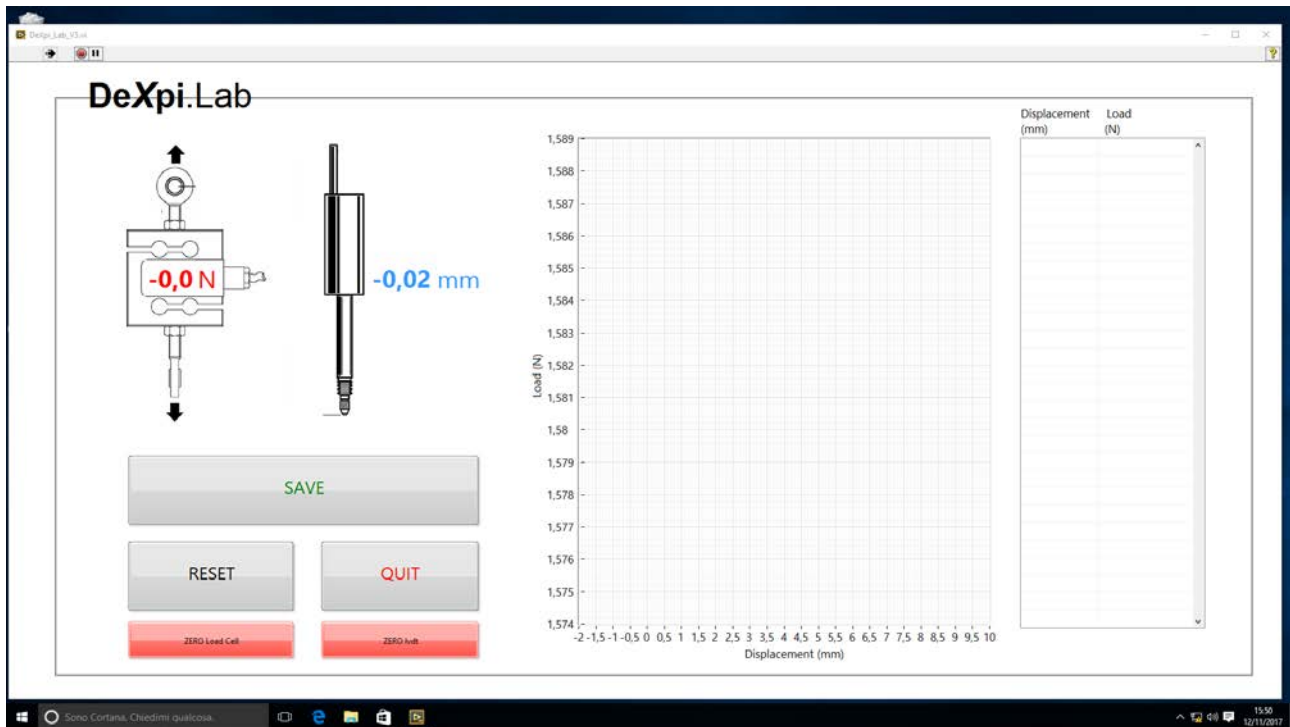


Fig. 4 – Schermata del programma di acquisizione misure

8. Regolare la posizione longitudinale della slitta e del relativo LVDT nella posizione di misura centrale, ovvero a metà della lunghezza della trave.
9. Posizionare il giunto sferico che collega la cella di carico alla trave e quindi determina il punto di applicazione della forza, in corrispondenza della parete verticale della sezione della trave.
10. Dare avvio all'acquisizione con il programma.
11. Azzerare la lettura della cella di carico e dell'LVDT attraverso gli appositi pulsanti rossi **ZERO lvdt** e

**ZERO Load Cell**

**ATTENZIONE:** se fosse necessario riazerare, chiudere il programma di esecuzione delle misure e riavviarlo prima di procedere all'azzeramento

12. Applicare un precarico di 20 N.
13. Iniziare la prova caricando e scaricando la trave (almeno 3 volte verificando la ripetibilità sul grafico visualizzato dal programma di acquisizione)
14. Eseguire le misure secondo questa procedura:
  - 14.1. Registrare il valore della deflessione della posizione  $w_1$  o leggendolo a schermo e riportandolo in una tabella (su carta o in formato elettronico) o memorizzando i valori da programma (Figura 6) premendo il tasto **SAVE**
  - 14.2. Ripetere la procedura 14.1 per il secondo punto di misura in corda ( $w_2$ )
15. Ripetere la prova modificando la posizione del punto di applicazione della forza, regolando la posizione dei dadi che fissano la posizione del giunto sferico.
16. Per ogni punto di applicazione della forza, registrare i due valori di spostamento  $w_1$  e  $w_2$  lungo la corda al fine di calcolare la rotazione della sezione.

Come misura della posizione del punto di applicazione della forza, si assuma la misura della distanza tra i dadi fisso e mobile indicata in Figura 5.



Figura 5: misura della posizione del punto di applicazione della forza

17. Una volta completata la prova lasciare il sistema montato. I tecnici e gli assistenti di laboratorio provvederanno a smontare e sistemare l'attrezzatura.

(\* in caso di problemi contattare gli assistenti di laboratorio

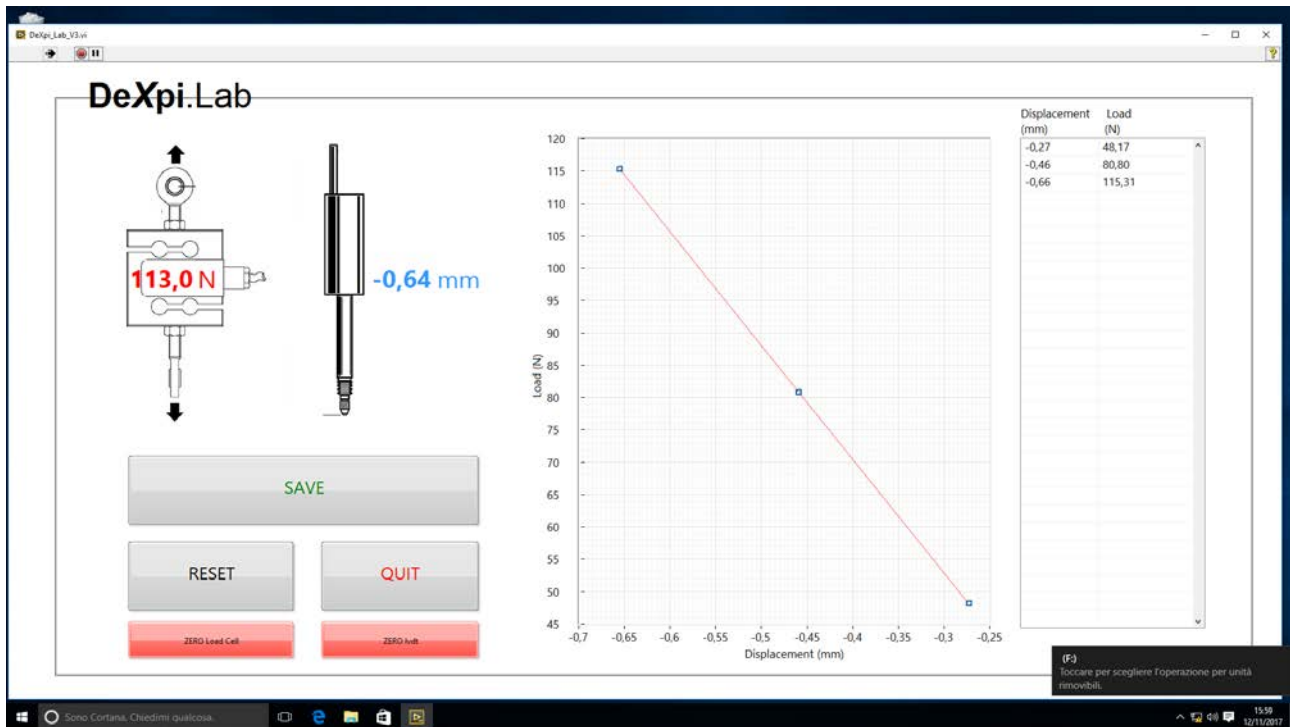


Fig. 6 – Esportazione misure

## 2.1. Elaborazione e presentazione dei risultati

Viene richiesto di determinare il grafico della posizione della forza in funzione della rotazione della sezione utilizzando le misure effettuate in precedenza. Si ottiene un grafico del tipo indicato in figura 6 dal quale si può valutare il punto in cui le due misure di spostamento effettuate coincidono. Questa posizione particolare del punto di applicazione della forza coincide con il centro di taglio della sezione. Si chiede infine di confrontare il valore ottenuto con quello calcolato teoricamente.

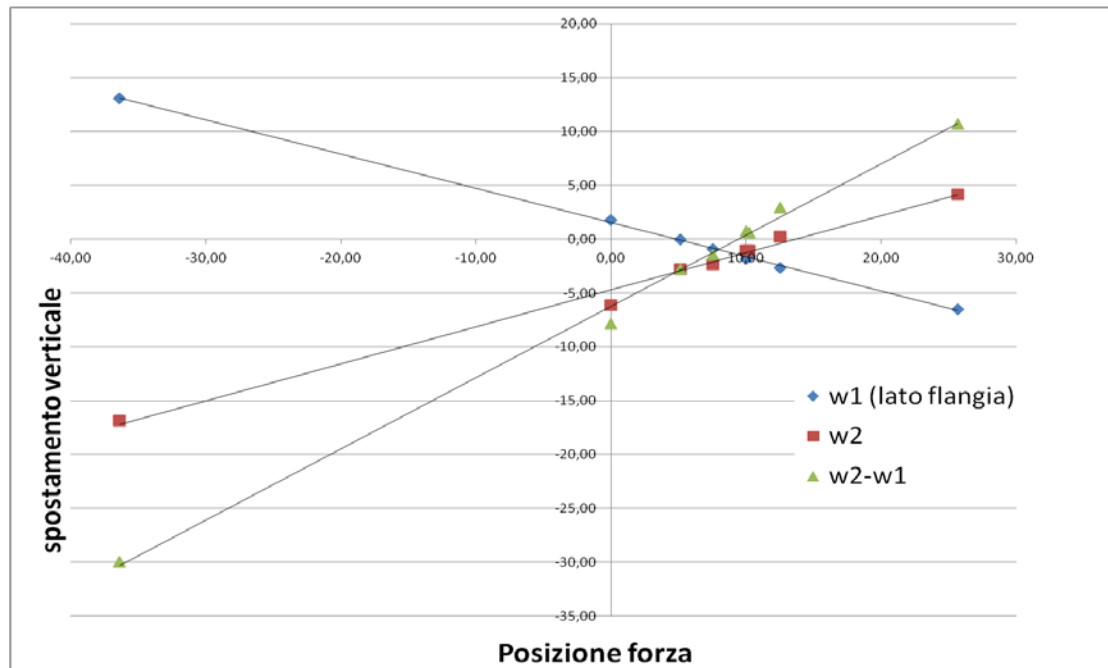


Fig. 6 – Grafico posizione forza - spostamento verticale

### 3. Verifica dei risultati dell'esercitazione

L'avvenuta effettuazione dell'esercitazione e della raccolta di dati corretti e ragionevoli sarà verificata tramite la generazione guidata di un report da caricare sulla propria pagina personale del portale della didattica.

In allegato ([Appendice B](#)) una traccia indicativa dello schema di relazione che si dovrà predisporre.



## 4. Appendice B

### Struttura della maschera di verifica dei risultati sperimentali

#### Scheda valutazione Esperienza

Corso: Costruzioni Aeronautiche / Tecnica delle Costruzioni Aeronautiche

Tema: Determinazione della posizione del centro di taglio

Descrizione esperienza (campo obbligatorio, minimo 500 caratteri)

Descrizione della procedura (campo obbligatorio, minimo 500 caratteri)

Descrizione dell'attrezzatura utilizzata (campo obbligatorio, minimo 200 caratteri)

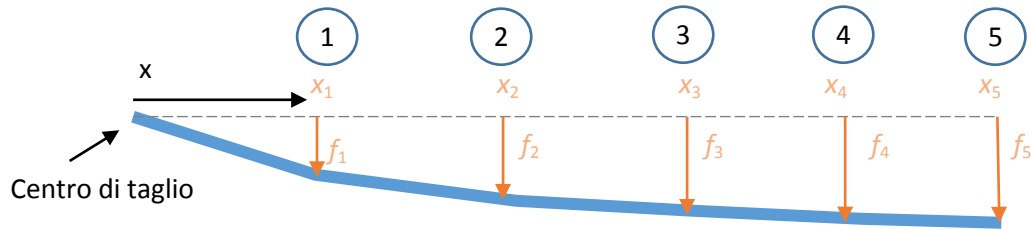
Rilevazioni (campi obbligatori, con verifica automatica del risultato)





Punto No.	1	2	3	4	5
Posizione forza in corda, $x$ (mm)	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$
DeltaW=f (mm)	$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_4$	$f_5$

Deformata elastica sulla base delle misure indicate



Nota:

- Sottinteso che le misure devono essere in millimetri

Analisi dei risultati e conclusioni (campo obbligatorio, minimo 300 caratteri)

Commenti (campo facoltativo, massimo 1000 caratteri)