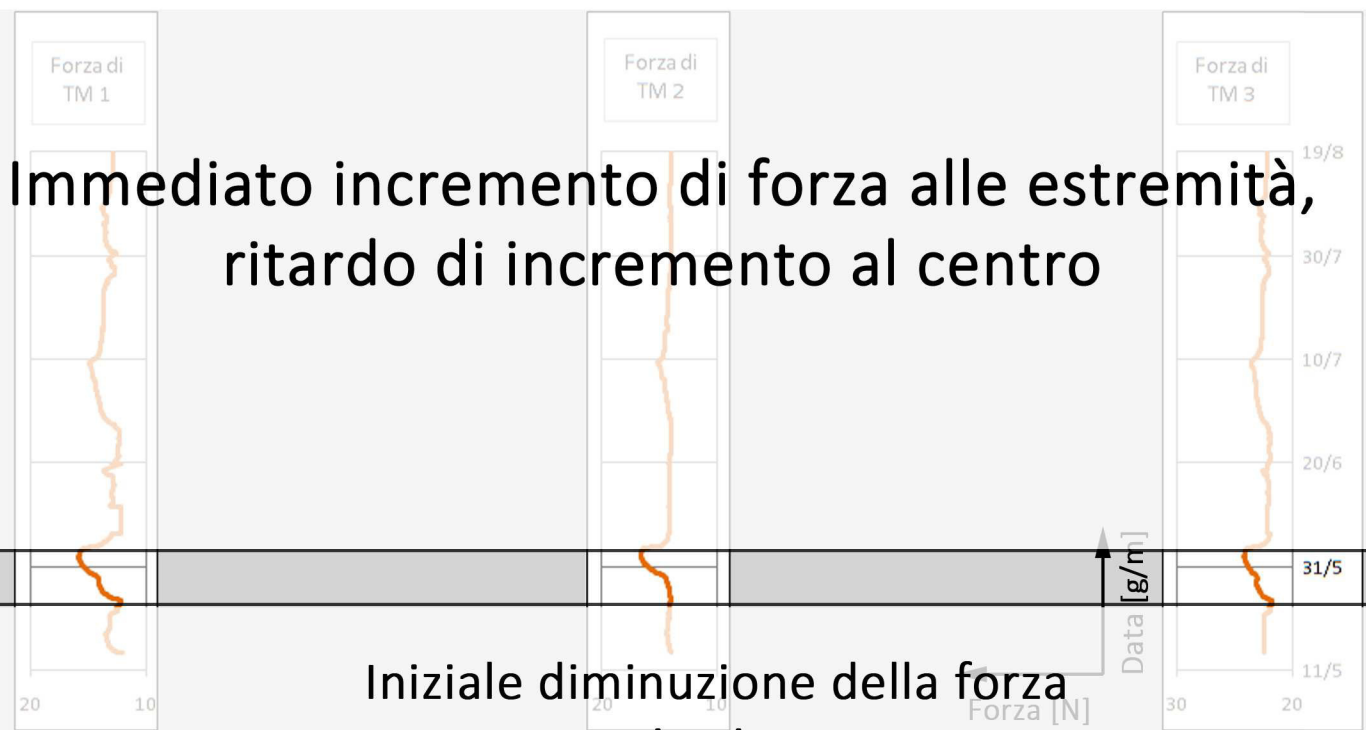


Diminuzione di umidità relativa da 65% a 40% circa

Immediato incremento di forza alle estremità,  
ritardo di incremento al centro



Traversa alta

Iniziale diminuzione della forza  
e successivo incremento

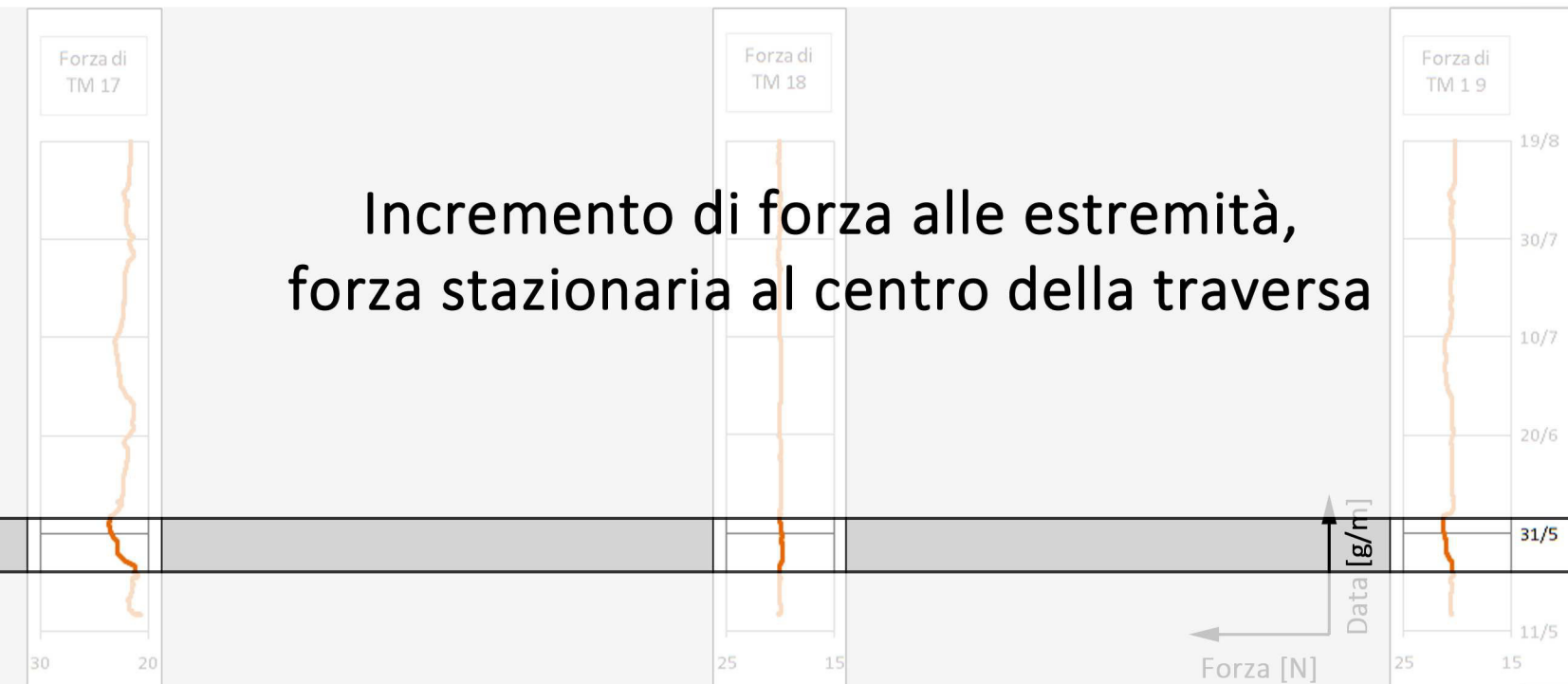


Forza stazionaria o in  
leggero incremento

Forza stazionaria o in  
leggero incremento

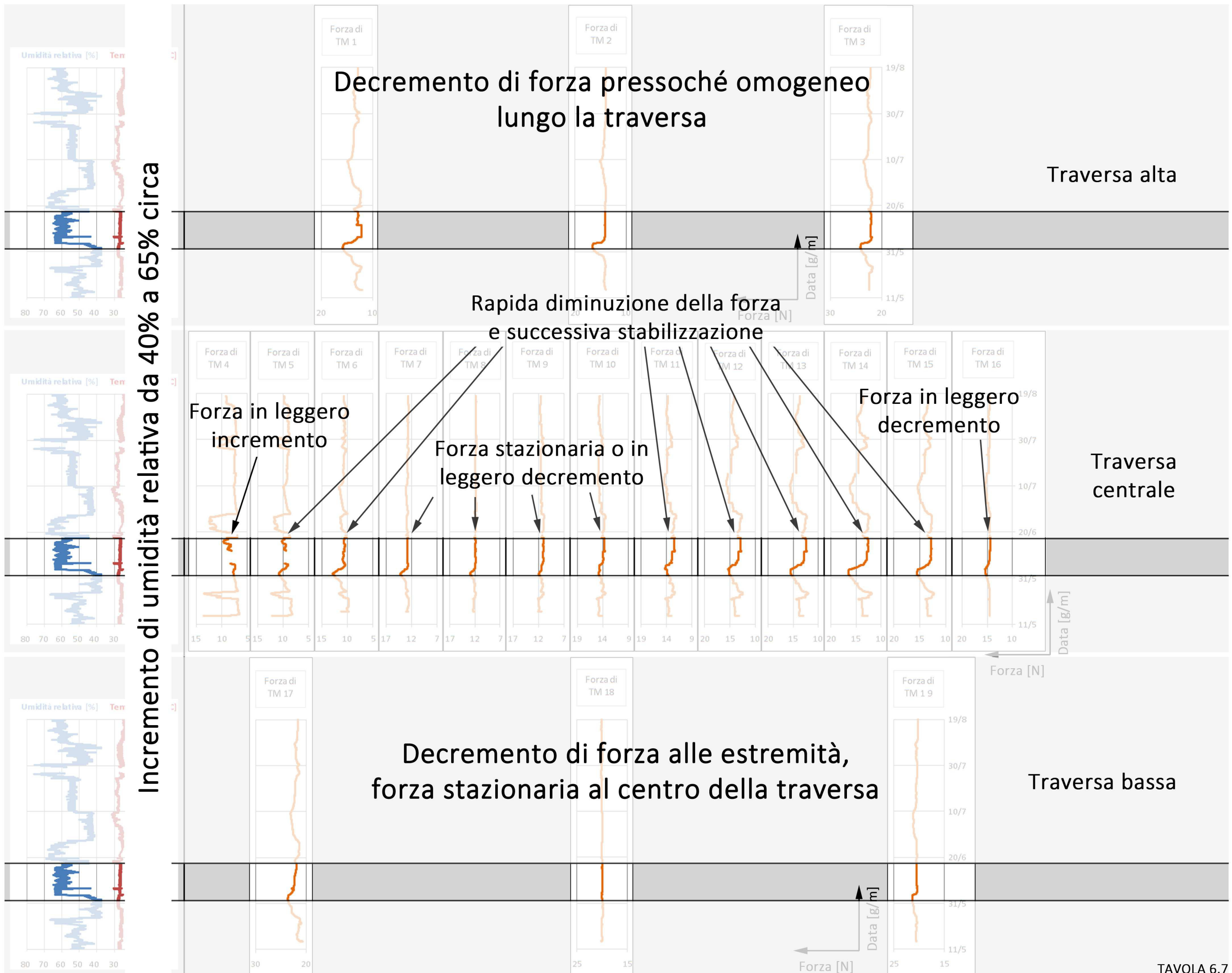
Traversa  
centrale

Incremento di forza alle estremità,  
forza stazionaria al centro della traversa



Traversa bassa





Incremento di umidità relativa da 40% a 65% circa



### 6.3.2. MISURA DELLE DEFORMAZIONI DELLE TRAVERSE

Dal momento che la scelta dei restauratori ha visto l'impiego di traverse deformabili, è stata prevista l'applicazione del sistema di rilevazione delle deformazioni delle tre traverse (descritto nel capitolo 5), al fine di conoscere l'entità della flessione in risposta ai movimenti del tavolato e poterne dunque definire l'adeguatezza ai fini del restauro.

Il posizionamento del sistema di monitoraggio delle tre traverse ha seguito lo stesso criterio adottato per le molle: per la quantificazione delle deformazioni le traverse superiore e inferiore sono state dotate di un solo trasduttore ciascuna, mentre la traversa centrale è stata strumentata con tre trasduttori, distribuiti in modo da raccogliere informazioni dettagliate circa quantità e modalità di deformazione della traversa.

La freccia di curvatura è ricostruita utilizzando le distanze misurate tra ponticello in alluminio (tavola 5.9 n.7) e traversa:

- biella (tavola 5.11) e portaponticello centrale (tavola 5.12) sono distanze considerate fisse e costanti in tutte e tre le traverse. In realtà, dal momento che per costruzione il ponticello è libero di ruotare rispetto a biella e portaponticello, le distanze effettive variano minimamente di misura in misura, proporzionalmente all'angolo formato tra gli elementi di ancoraggio e il ponticello di alluminio; tali rotazioni sono comunque minime e qui considerate trascurabili ai fini delle misure;
- nelle traverse superiore e inferiore la variazione della curvatura è indicata da un solo trasduttore, mentre nella traversa centrale tre trasduttori descrivono in modo leggermente più dettagliato la curvatura.

Nel caso in cui sia installato un solo trasduttore, note le due distanze fisse, si approssima la curva della traversa ad un arco di circonferenza e si calcola la deformazione secondo questa curva; nel caso della traversa centrale, grazie alla presenza di tre misure variabili è possibile definire di quanto la curva reale si discosta da un arco di circonferenza, e conoscere quindi l'errore legato a tale assunzione. A questo proposito si riporta nella tavola 6.8 la rappresentazione di un momento di deformazione della traversa rilevato (in data 2/6, ovvero dopo circa 10 giorni di umidità relativa a 40%). Sono riportate le altezze fisse di biella e portaponticello e le misure dei tre trasduttori; sono tracciate quindi due curve: una, segnata con tratto punto, deriva da una interpolazione spline che segue i tre trasduttori e le due distanze fisse; l'altra, segnata con linea continua, è un arco di circonferenza passante per tre punti definiti dal trasduttore TT04 e dalle due distanze fisse. Nella finestra di ingrandimento si evidenzia graficamente di quanto si discostano l'una dall'altra le frecce calcolate sulle due curve. È possibile pertanto calcolare di quanto si discosti l'arco di circonferenza dalla curva interpolata e stimare l'errore legato all'approssimazione della deformazione ad arco di circonferenza. A partire dalla curvatura rilevata si calcola l'errore percentuale per la freccia  $\varepsilon(f)$  della traversa centrale secondo la formula:

$$\varepsilon(f) = \left[ \frac{f_{circonf} - f_{spline}}{f_{circonf}} \right] * 100 \quad [\%] \quad .6.3$$

Con:

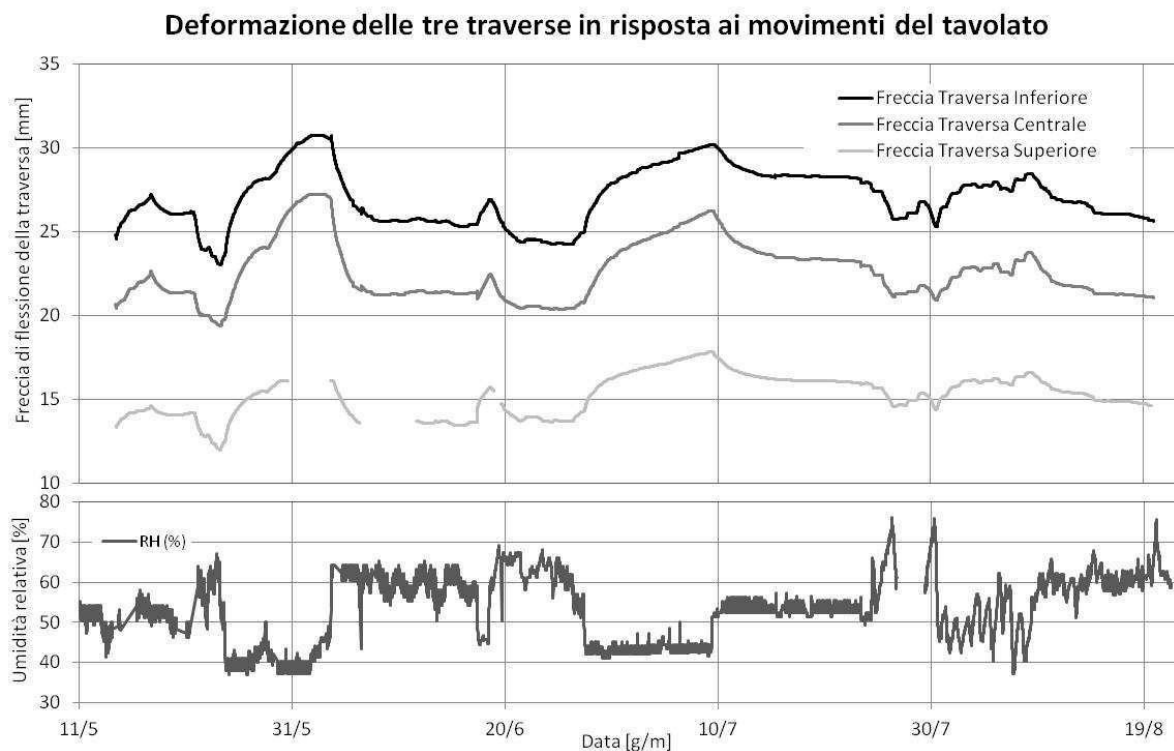
$f_{circonf}$ : misura della freccia derivante dalla approssimazione della curva della traversa ad arco di circonferenza (3 punti di misura)

$f_{spline}$ : misura della freccia ottenuta considerando 5 punti di misura

Si ottiene dunque:

$$\varepsilon(f) = \left[ \frac{26,97 - 25,58}{26,97} \right] * 100 = 5,1 \% \quad .6.4$$

Nel grafico 6.3 si riportano le variazioni di freccia delle tre traverse ottenute tramite approssimazione ad arco di circonferenza. Le variazioni di freccia delle tre traverse seguono tutte lo stesso andamento, con entità leggermente diverse: le traverse centrale e inferiore presentano movimenti di entità comparabile, mentre la freccia della traversa superiore appare leggermente più contenuta. Questa differenza di entità di freccia risiede essenzialmente nella lunghezza della corda utilizzata per il calcolo della stessa: per le traverse centrale e inferiore la corda è 1224mm, ovvero la lunghezza del ponticello di riferimento per il monitoraggio; per la traversa superiore il ponticello montato è commisurato alla lunghezza del dipinto lungo quella linea, la lunghezza della corda perciò è 1067mm e la freccia calcolata risulta inferiore a quella delle altre due traverse. In conclusione la risposta deformativa delle tre traverse ha pressoché la stessa entità, compatibilmente con la lunghezza inflessa.



**Grafico 6.3.** Deformazione nel tempo delle tre traverse installate sulla Deposizione dalla Croce in risposta ai movimenti del tavolato. Dati raccolti in circa tre mesi.

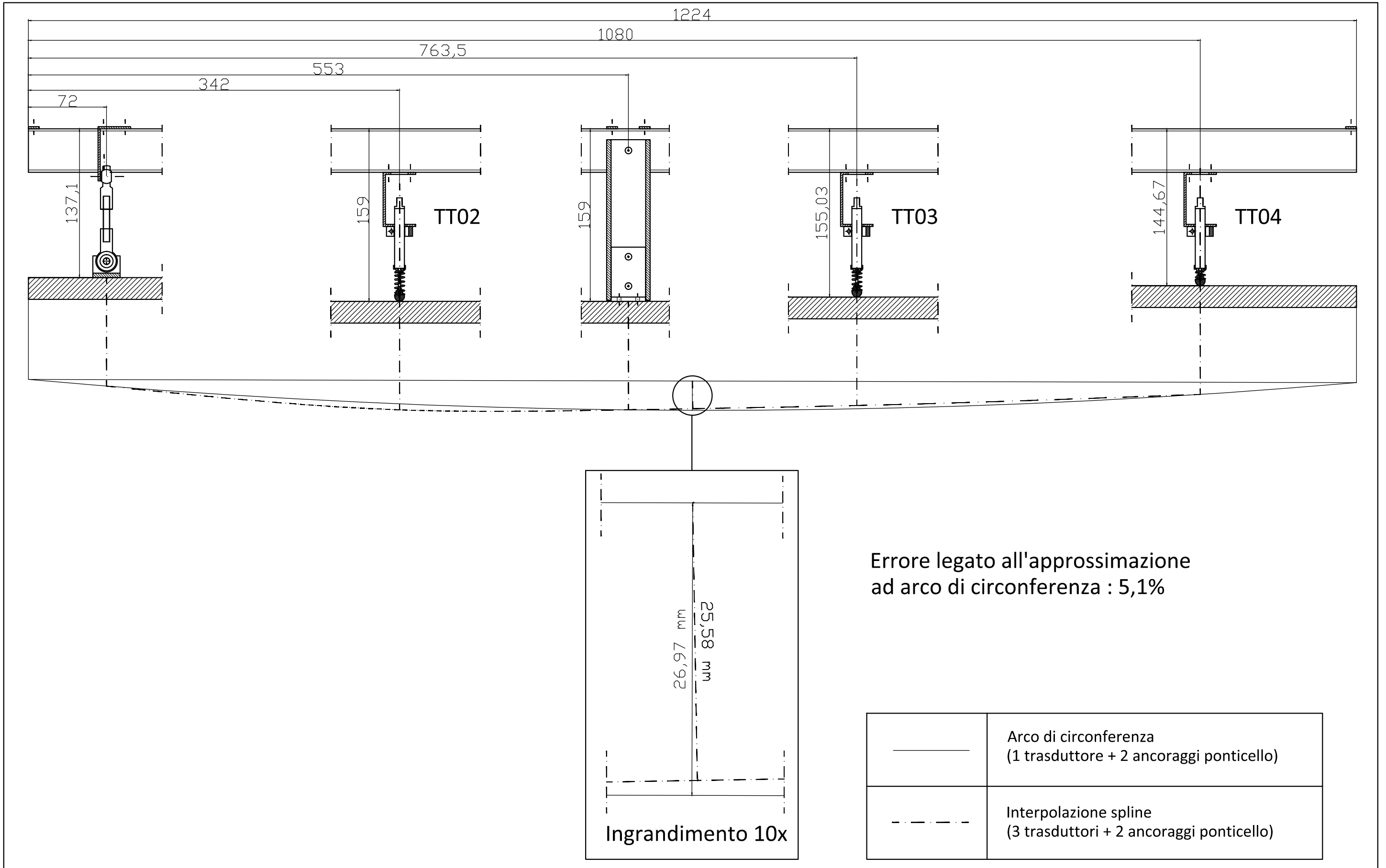


TAVOLA 6.8

Scala 1:1 Errore dell'approssimazione della traversa ad arco di circonferenza

