



FABRE – Consorzio di ricerca per la valutazione di ponti viadotti e altre strutture

Ponti, viadotti e gallerie esistenti: ricerca, innovazione e applicazioni

2- 4 Febbraio 2022, Lucca



Verifica statica di impalcati esistenti a sezione composta acciaio-calcestruzzo

Raoul Davide Innocenzi¹, Giandomenico Massa², Fabrizio Gara¹, **Luigino Dezi**²

¹Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italy

²DSD Dezi Steel Design srl, Ancona, Italy

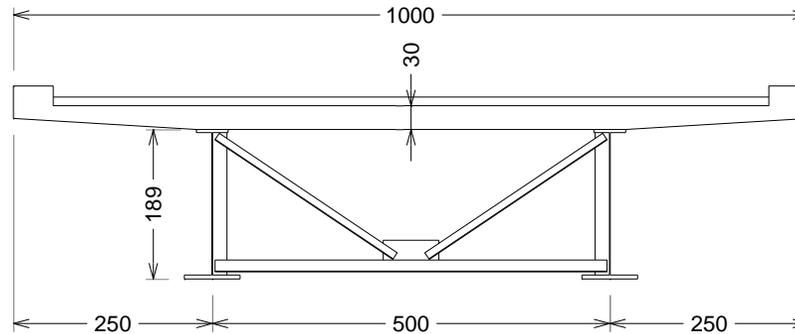


UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE



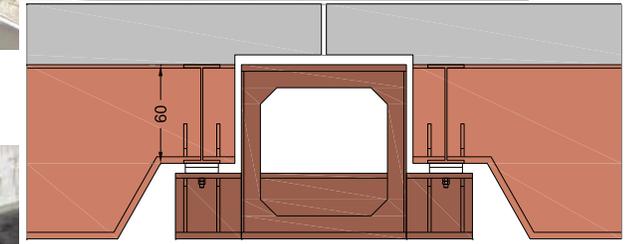
Contenuti

- ✓ Premessa sui criteri di verifica dei ponti a sezione composta
- ✓ Verifica di cavalcavia autostradale: 1° caso studio
 - ✓ Verifica SLU di Taglio e Flessione
 - ✓ Verifica giunto ad attrito
- ✓ Verifica di un impalcato con travi rastremate: 2° caso studio
 - ✓ Verifica SLU di Taglio



1° caso studio

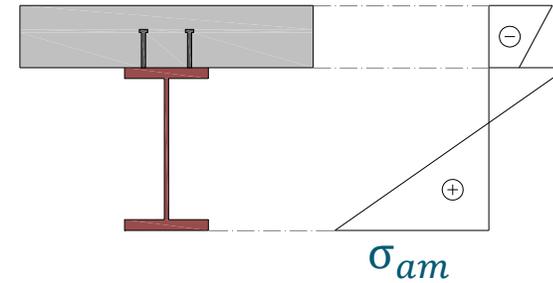
2° caso studio



Premessa: Criteri di verifica dei ponti composti

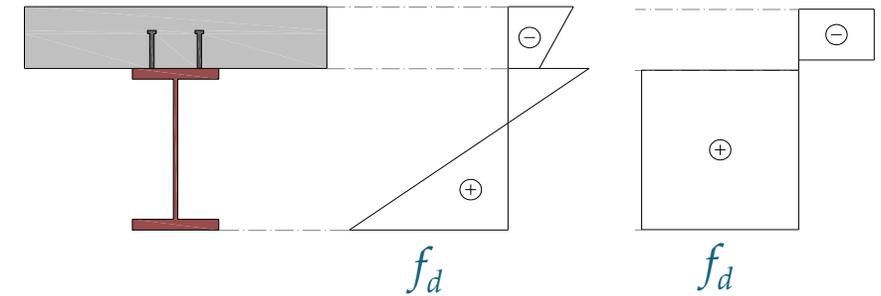
Verifica a flessione Norme anni '70

- Verifica elastica $\sigma \leq \sigma_{am} \sim \frac{f_y}{1.5}$



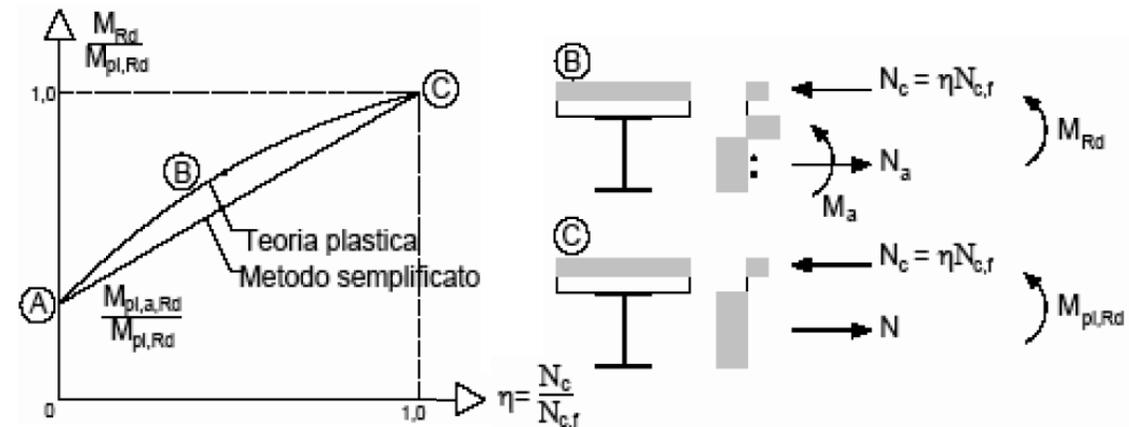
Verifica a flessione NTC 2018 - Eurocodici

- Stato limite ultimo elastico
- Stato limite ultimo plastico (sezioni di classe 1 e 2)



Per sfruttare la resistenza plastica della sezione è necessario che la connessione sia a completo ripristino di resistenza.

Nel caso di connessione a parziale ripristino di resistenza si può utilizzare il diagramma di figura.

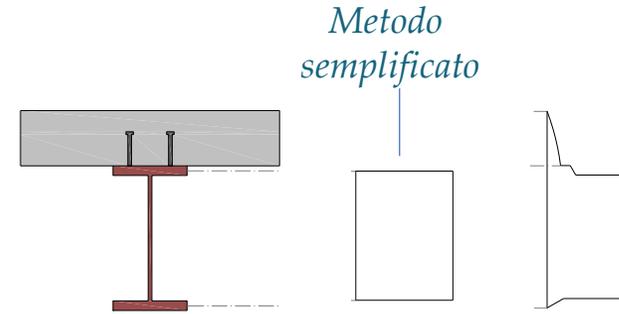


Premessa: Criteri di verifica dei ponti composti

Verifica a taglio Norme anni '70

- Verifica imbozzamento dell'anima

- Verifica di resistenza $\tau \leq \tau_{am} = \frac{\sigma_{am}}{\sqrt{3}}$



Le CNR 10016-1972 consentivano il calcolo delle **tensioni tangenziali sulla sezione composta**

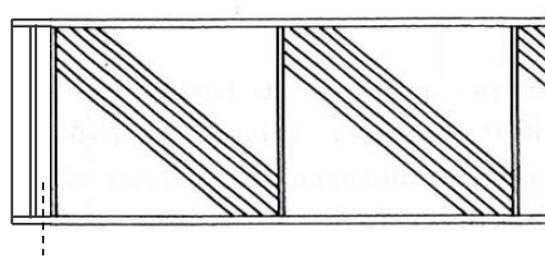
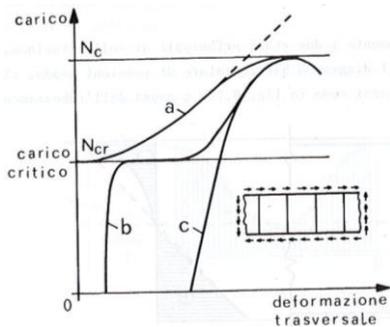
Verifica a taglio NTC 2018 – UNI EN 1993-1-5

- Verifica di resistenza (comportamento post-critico delle anime)

$$V_{Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd}$$

- Verifica a respiro dell'anima (SLE)

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w \cdot h_w \cdot t_w \cdot f_{yw}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$$

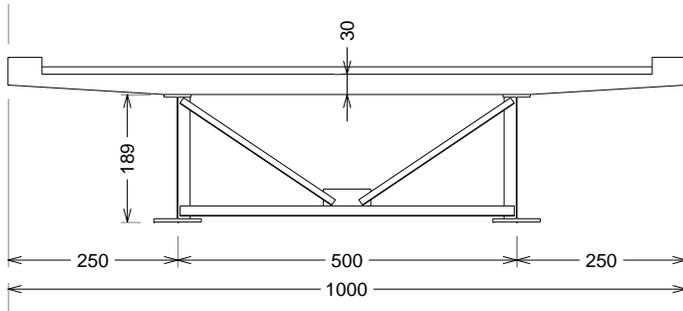


Per sfruttare la resistenza post-critica dell'anima gli irrigidimenti devono soddisfare le seguenti verifiche (UNI EN 1993-1-5):

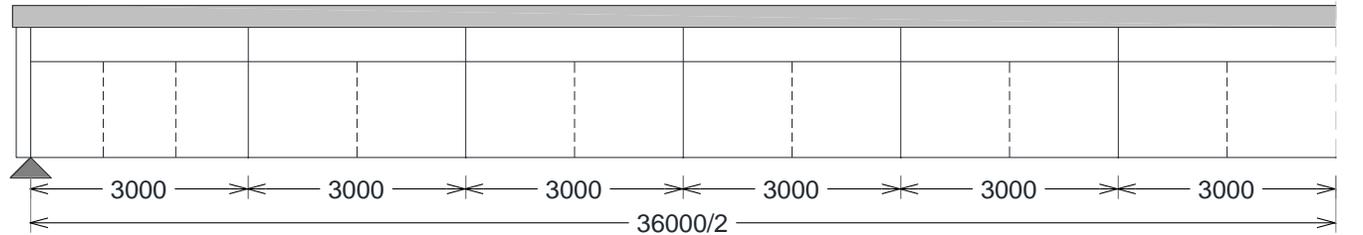
- Inerzia minima
- Stabilità latero-torsionale
- Deformata massima
- Stabilità assiale

1° Caso studio: Cavalcavia autostradale

Sezione corrente



Sezione longitudinale - irrigidimenti



Sezione trave metallica

Confronto sollecitazioni taglianti e flettenti

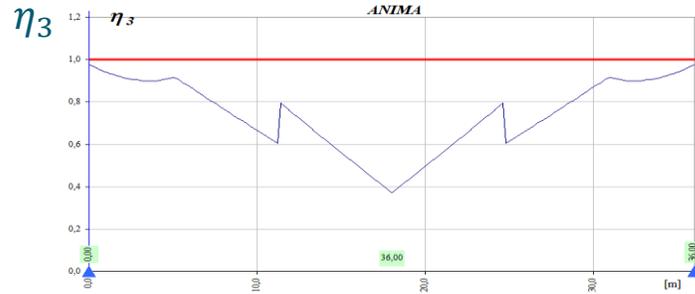
	Circolare 1962	NTC 2018	Δ
M_{ED} [kNm]	9935	12901	30%
V_{ED} [kN]	1214	1448	19%

SLU di Flessione: $\eta_{PL} = 0,92$ $\eta_{EL} = 1,22$ $\eta_{PL} / \eta_{EL} = 1,326$

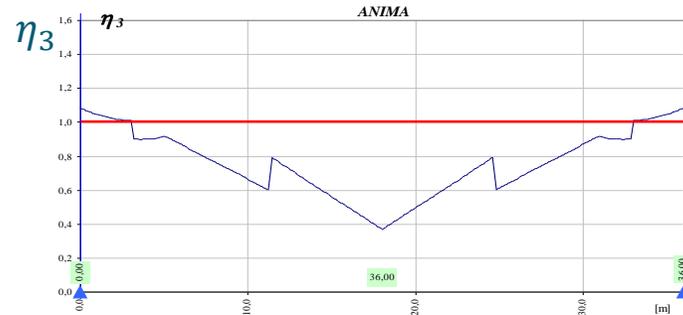
SLU di Taglio

Verifica Ponte adeguato

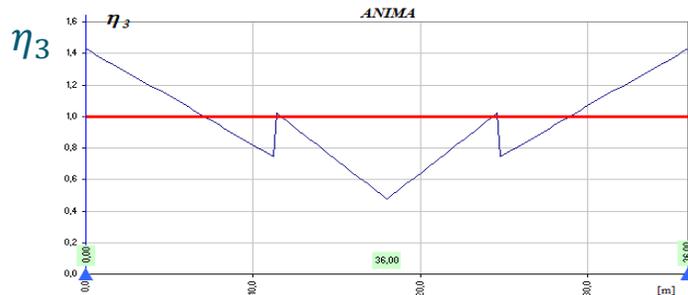
$$\eta_3 = \frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} \leq 1,0$$



Irrigidimenti
 ✓ intermedi RIGIDI
 ✓ in appoggio RIGIDI

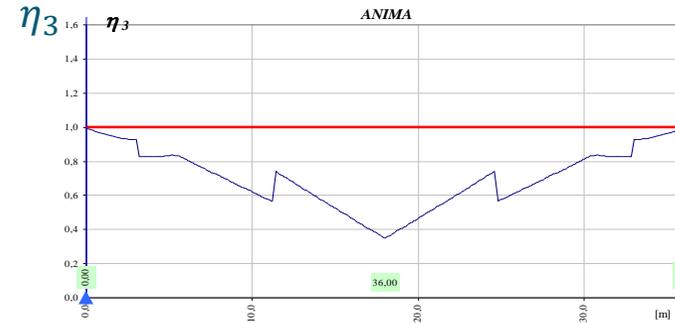


Irrigidimenti
 ✓ intermedi RIGIDI
 ✓ in appoggio NON RIGIDI



Irrigidimenti
 ✓ intermedi NON RIGIDI
 ✓ in appoggio NON RIGIDI

Verifica Ponte operativo

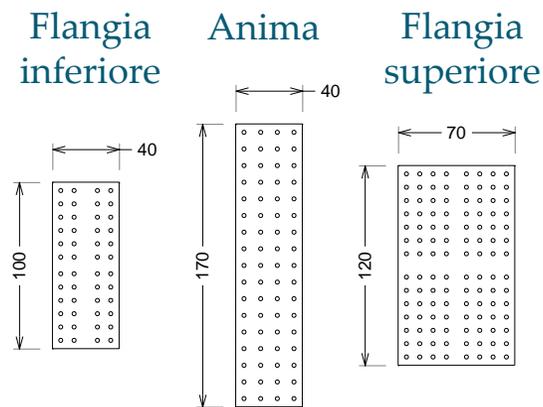


Irrigidimenti
 ✓ intermedi RIGIDI
 ✓ in appoggio NON RIGIDI

Verifica irrigidimenti

- Inerzia minima
- Stabilità latero-torsionale
- Deformata massima
- **Stabilità assiale**

Verifica giunti ad attrito



Giunto ad attrito con bulloni 10k

$$FS = \frac{F_{s,Rd}}{F_{s,Ed}} \geq 1,0$$

$$F_{s,Rd} = n \cdot \mu \cdot F_{p,Cd} / \gamma_{M3}$$

$$F_{p,Cd} = 0.7 \cdot \frac{f_{tbk} \cdot A_{res}}{\gamma_{M7}} \quad (\text{Forza di serraggio})$$

$$f_{tbk} = 1000 \text{ MPa} \quad (\text{bulloni 10k - UNI 3740})$$

$$\gamma_{M7} = 1,00$$

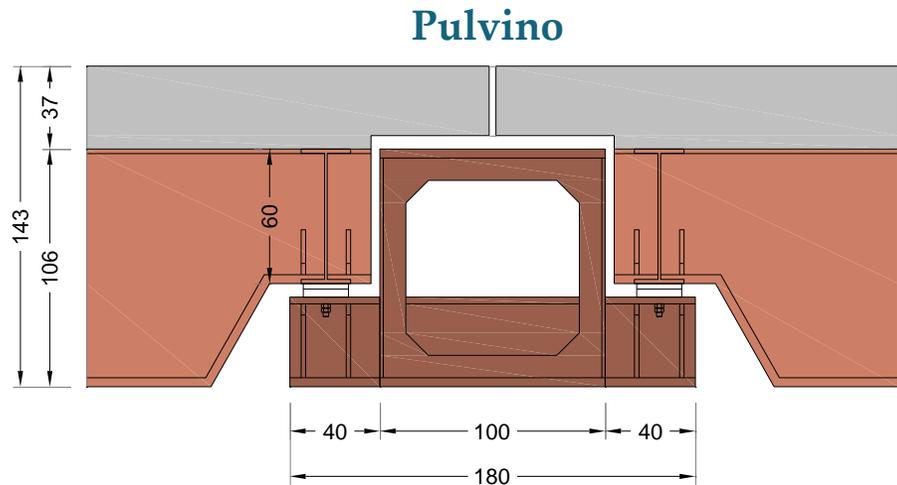
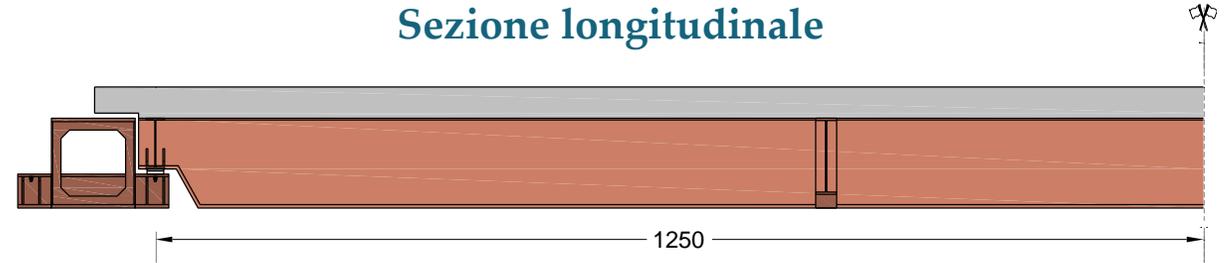
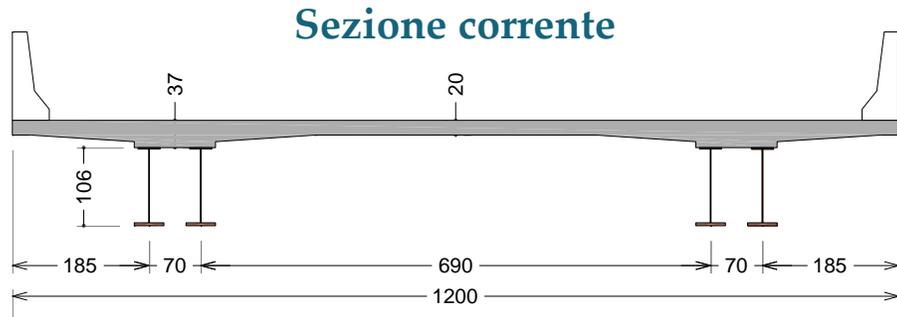
n = numero di superfici
di scorrimento

$\mu = 0,45$ valore assunto dal progettista dell'epoca
(NTC 2018 $\mu = 0,50$ per preparazioni di qualità delle superfici)

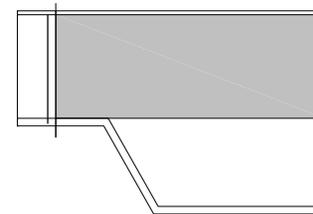
$\gamma_{M3} = 1,25$ in condizioni di ponte adeguato

$\gamma_{M3} = 1,15$ in condizioni di ponte operativo (in analogia con il
coefficiente di sicurezza γ_V dei connettori)

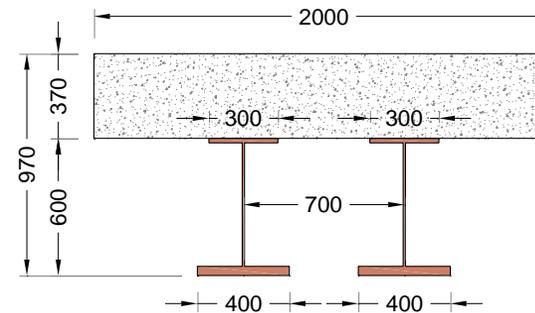
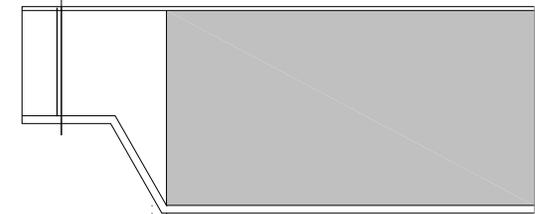
2° Caso studio: Impalcato con travi rastremate in appoggio



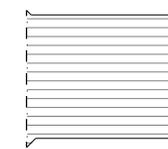
Pannello d'anima in appoggio



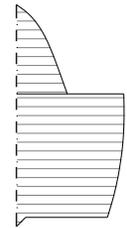
Pannello d'anima corrente



TRAVE ACCIAIO

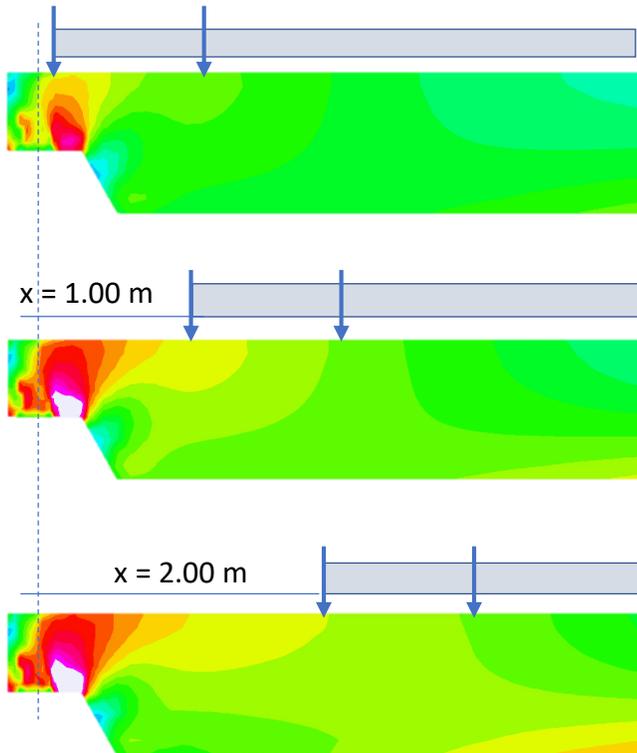


TRAVE COMPOSTA

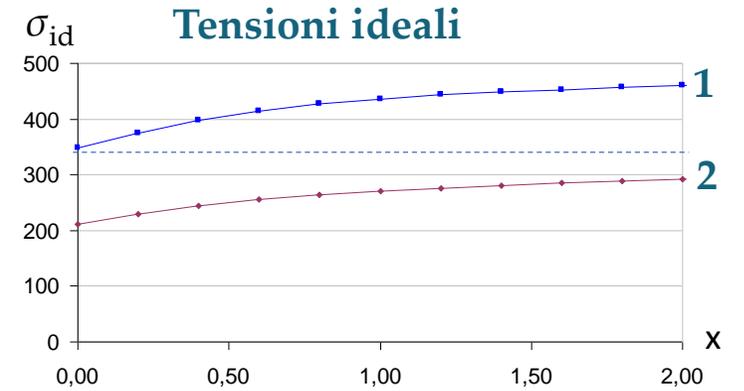
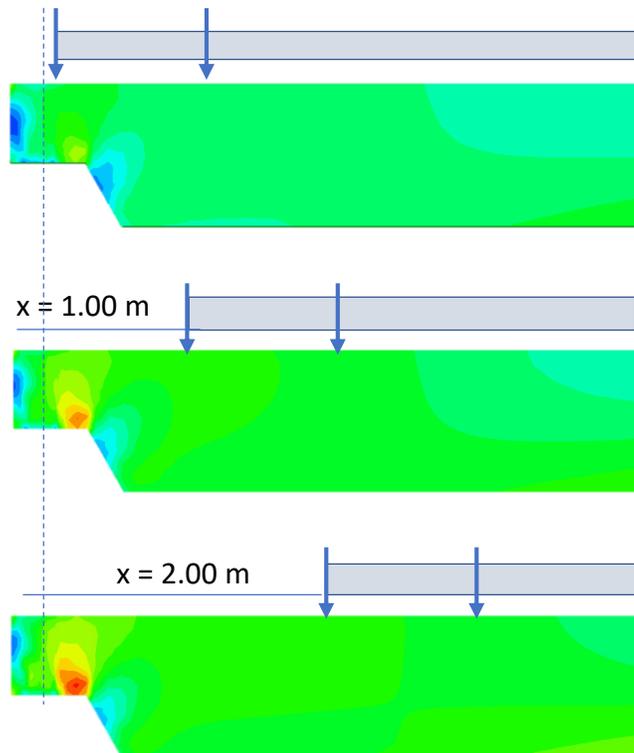


Modello FEM: stato tensionale sulla anima (tensioni ideali)

1. Condizione di ponte adeguato



2. Condizione di ponte transitabile



Buckling

