



# Nevicolor Webinar #5

## Nervature e resistenza alla torsione

©2020 Nevicolor S.p.A. TUTTI I DIRITTI RISERVATI. Questo documento è stato ideato e preparato da Nevicolor S.p.A. per il cliente destinatario ; nessuna parte di esso può essere in alcun modo riprodotta per terze parti o da queste utilizzata, senza l'autorizzazione scritta di Nevicolor S.p.A. .Il suo utilizzo non può essere disgiunto dalla presentazione e/o dai commenti che l'hanno accompagnato.

[www.nevicolor.it](http://www.nevicolor.it)

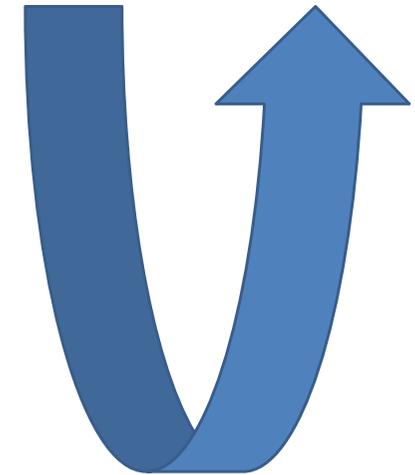
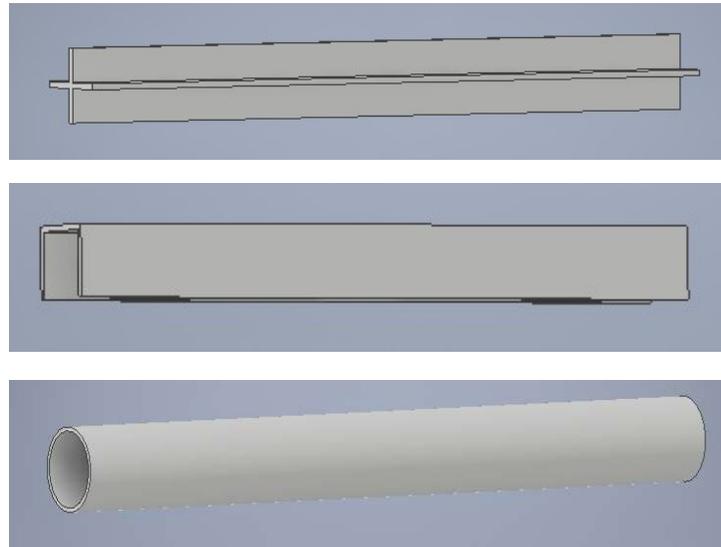
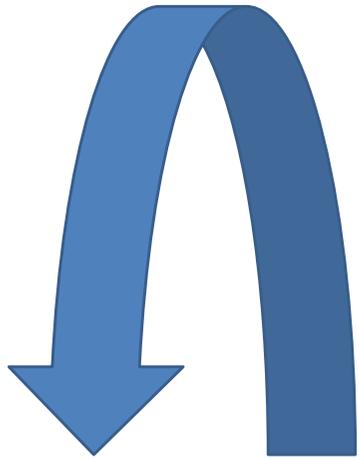
**Giuseppe Crippa**

Application Development Consultant



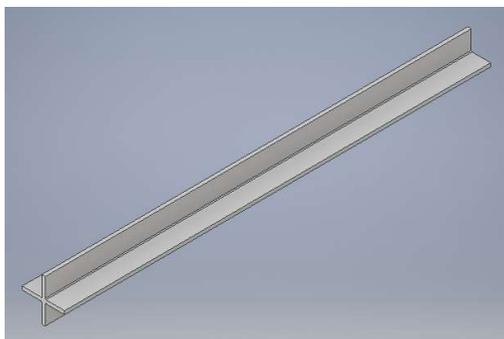
# Come «irrigidire» un pezzo

Avendo a disposizione un ingombro di 50 mm x 50 mm e una lunghezza di 500 mm proviamo a confrontare la capacità di resistere a torsione di travi con differente struttura e differenti nervature.



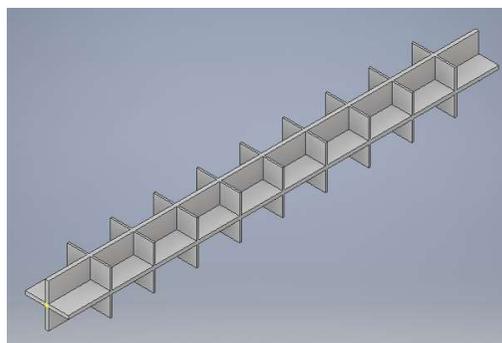
E' intuitivo pensare che una trave a sezione anulare si comporti in modo migliore, ma sarà interessante vedere il comportamento di strutture stampabili più facilmente perché non necessitanti di uno stampo con un maschio in movimento. .

## Trave con sezione «a croce»



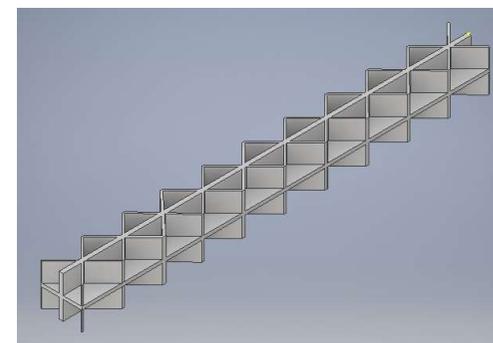
**Trave  
senza nervature**

Spessore sezione: 4 mm  
Spessore nervatura: 0 mm  
Volume della trave: 192 cm<sup>3</sup>



**Trave  
con nervature trasversali**

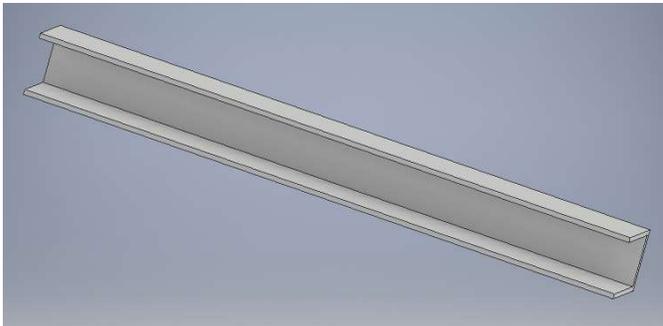
Spessore sezione: 4 mm  
Spessore nervatura: 2 mm  
Volume della trave: 230 cm<sup>3</sup>



**Trave  
con nervature diagonali**

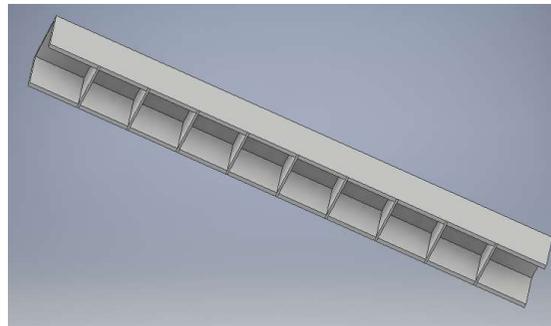
Spessore sezione: 4 mm  
Spessore nervatura: 2 mm  
Volume della trave: 308 cm<sup>3</sup>

## Trave con sezione «a C»



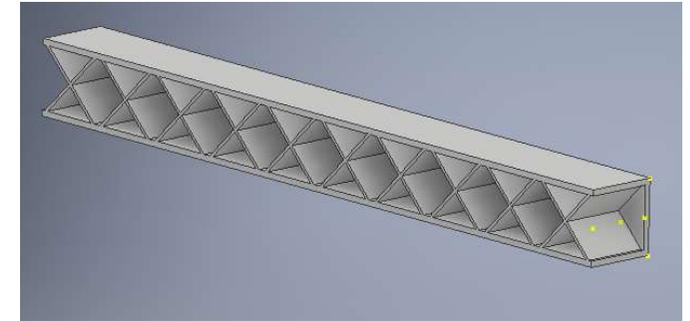
### Trave senza nervature

Spessore sezione: 4 mm  
Spessore nervatura: 0 mm  
Volume della trave: 284 cm<sup>3</sup>



### Trave con nervature trasversali

Spessore sezione: 4 mm  
Spessore nervatura: 2 mm  
Volume della trave: 319 cm<sup>3</sup>



### Trave con nervature diagonali

Spessore sezione: 4 mm  
Spessore nervatura: 2 mm  
Volume della trave: 383 cm<sup>3</sup>

# Travi a confronto

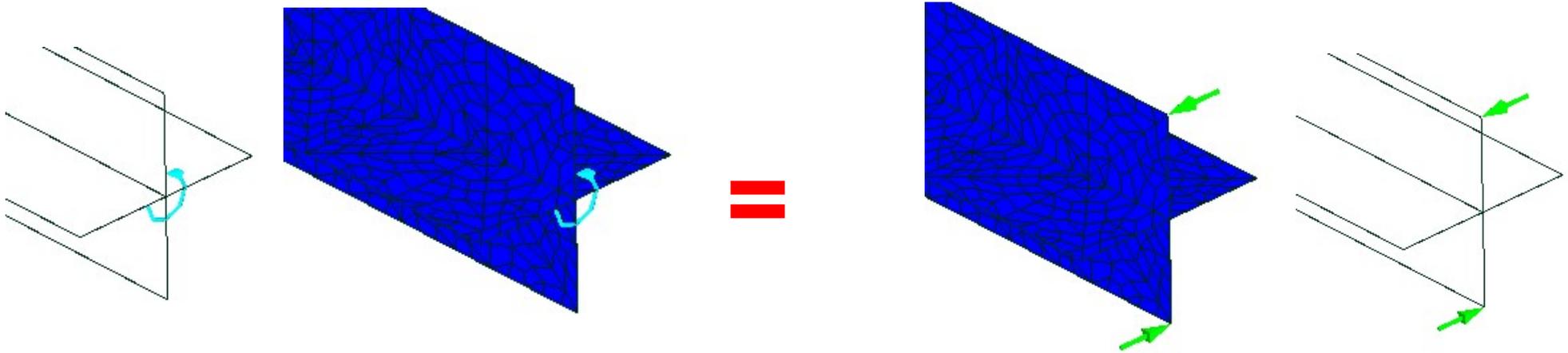


## **Trave con sezione «anulare»**

Spessore sezione: 2 mm

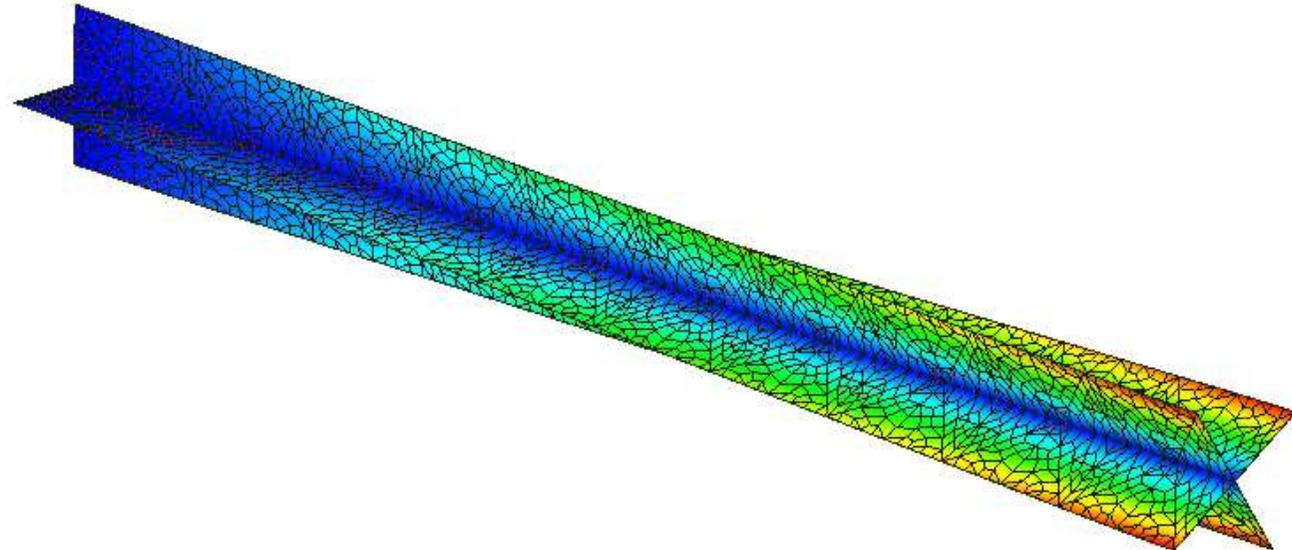
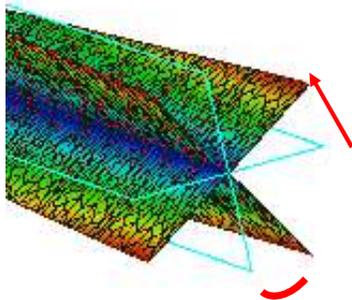
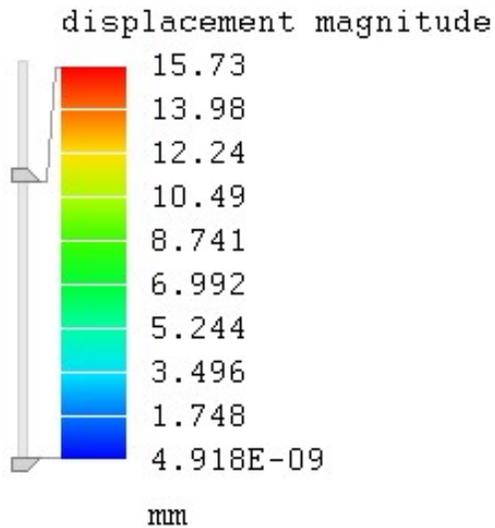
Volume della trave: 151 cm<sup>3</sup>

# Condizioni di carico



Tutte le travi, che immaginiamo stampate con una PA6.6 rinforzata col 50% di fibra di vetro, verranno **incastrate ad una estremità e caricate all'estremità opposta con un momento torcente di 1 kgm (un chilogrammetro)**. Per meglio rendere l'idea mostriamo due forze ruotanti in direzione opposta, ciascuna di 200N (20kg). Dato che la distanza tra le due forze è di 50 mm, queste due forze, ruotando attorno all'asse del pezzo, creano appunto il momento torcente precedentemente indicato.

# Trave «a croce» senza nervature



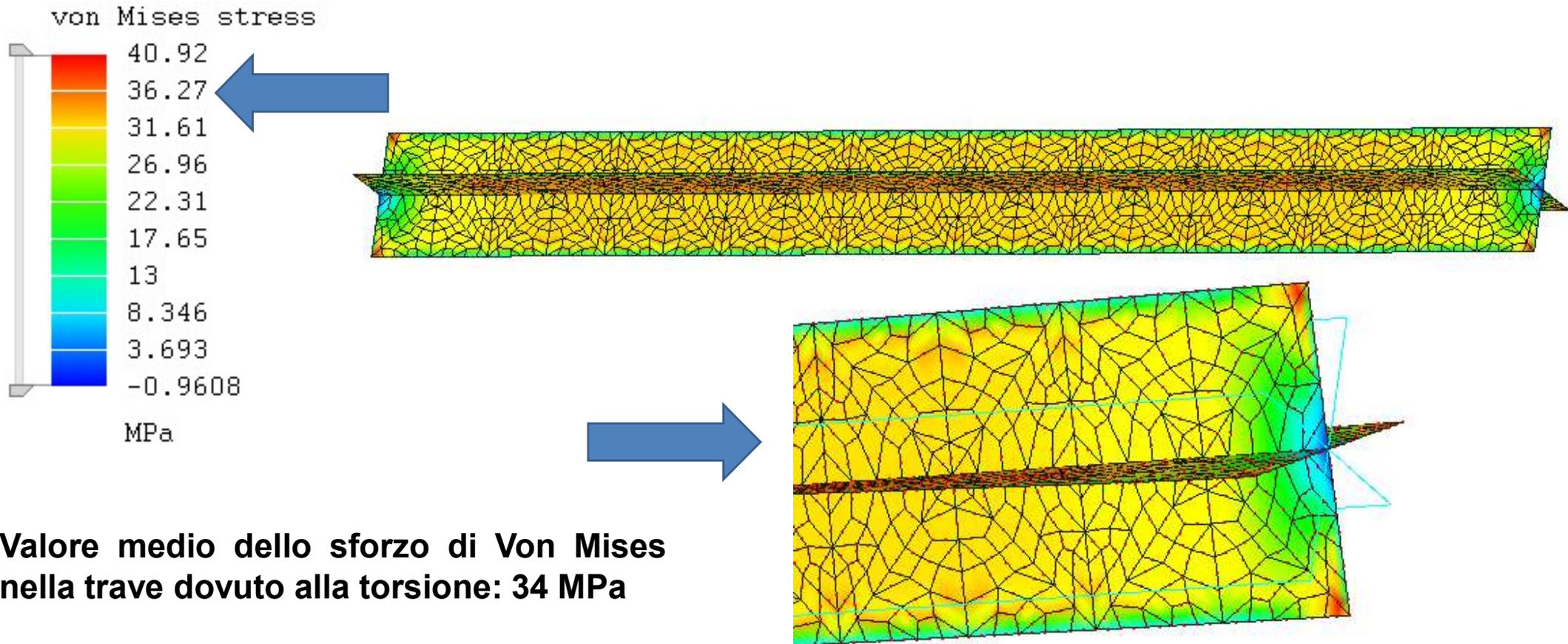
**Deformazione dell'estremità della trave: 16 mm**

**Deformazione angolare: 37°**

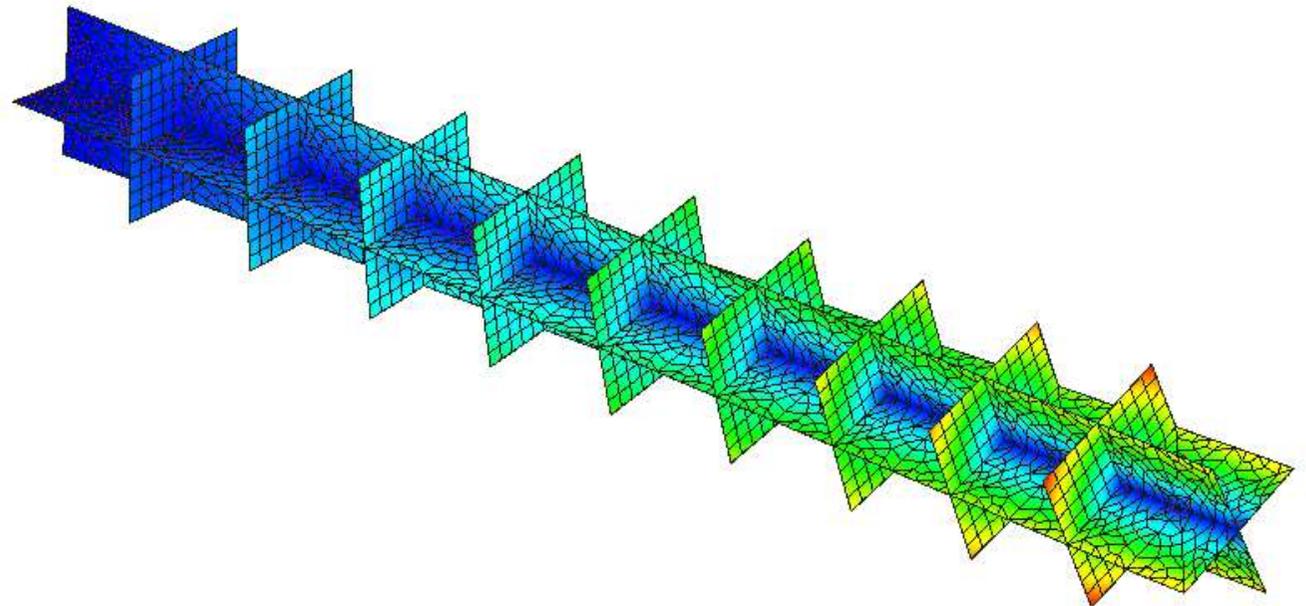
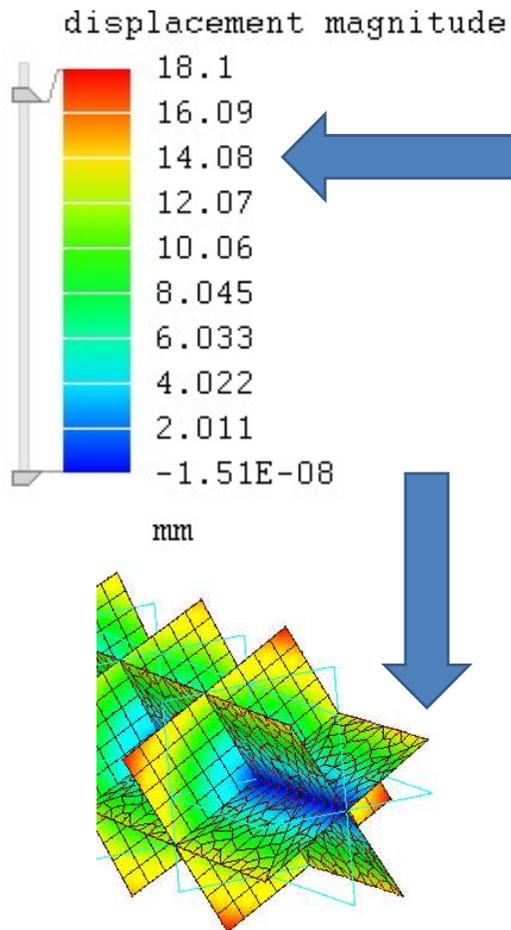
**Prodotto tra il volume della trave e la sua deflessione  
(cm<sup>3</sup>.mm): 3020**

*Questo numero, tanto più basso quanto più sono piccoli sia la deformazione che il volume (e quindi il peso) della trave, è un indice dell'efficienza della trave nel sopportare la torsione imposta.*

# Trave «a croce» senza nervature



# Trave «a croce» con nervature trasversali

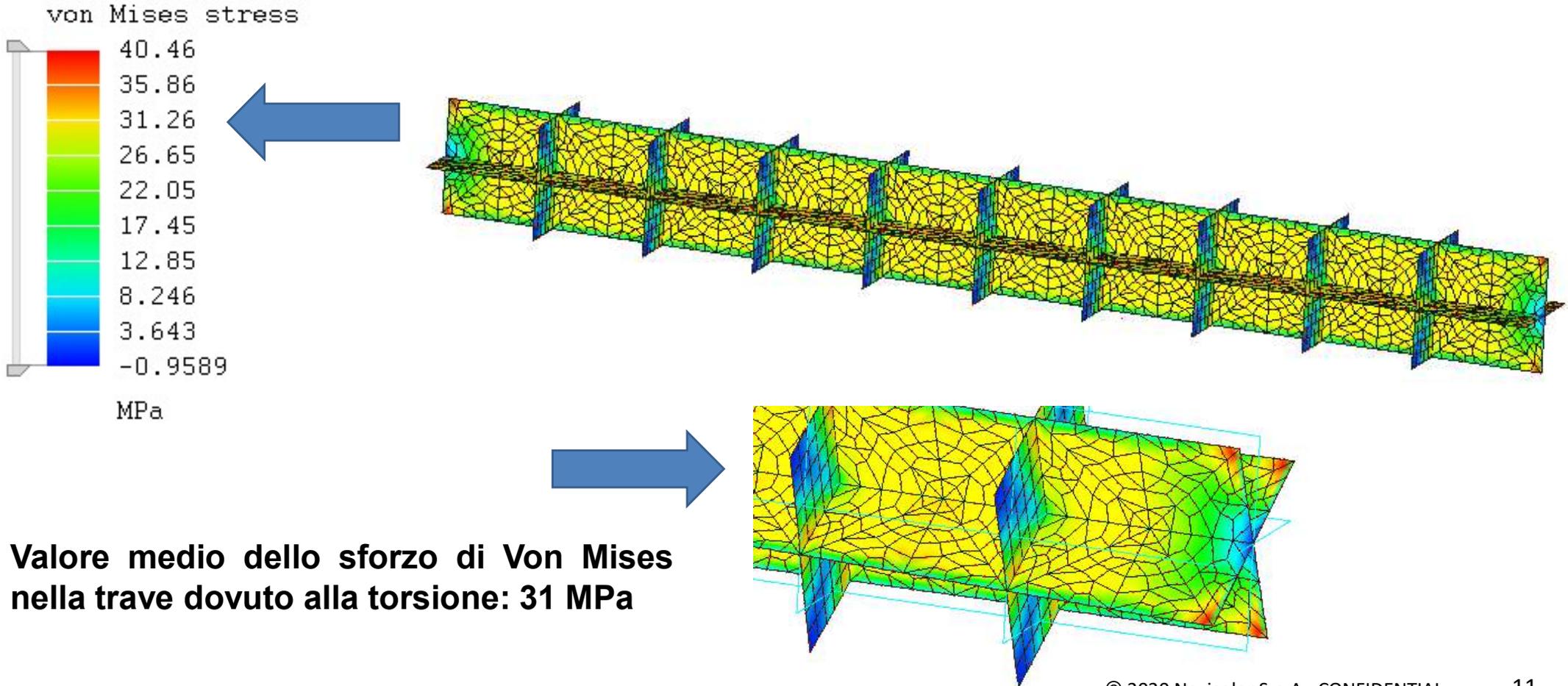


**Deformazione dell'estremità della trave: 14 mm**

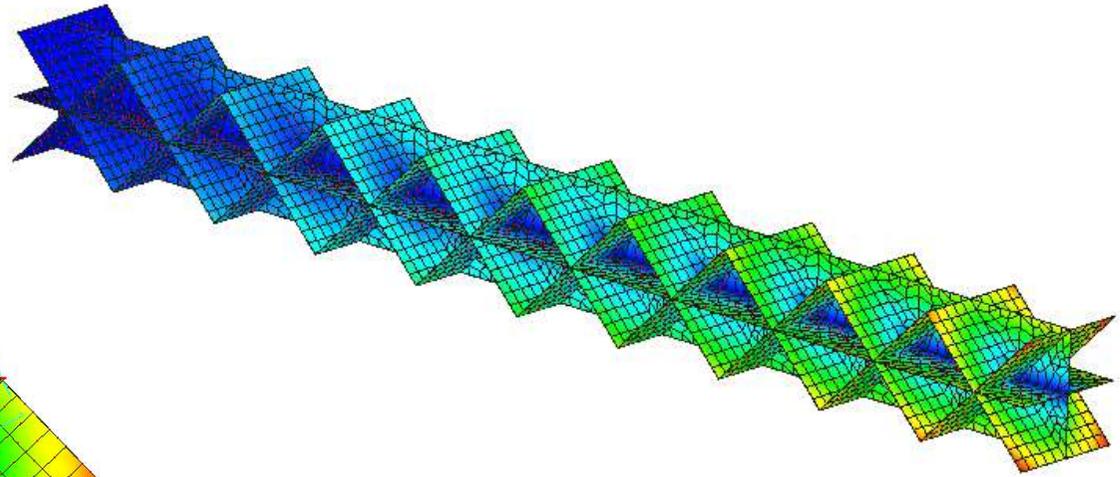
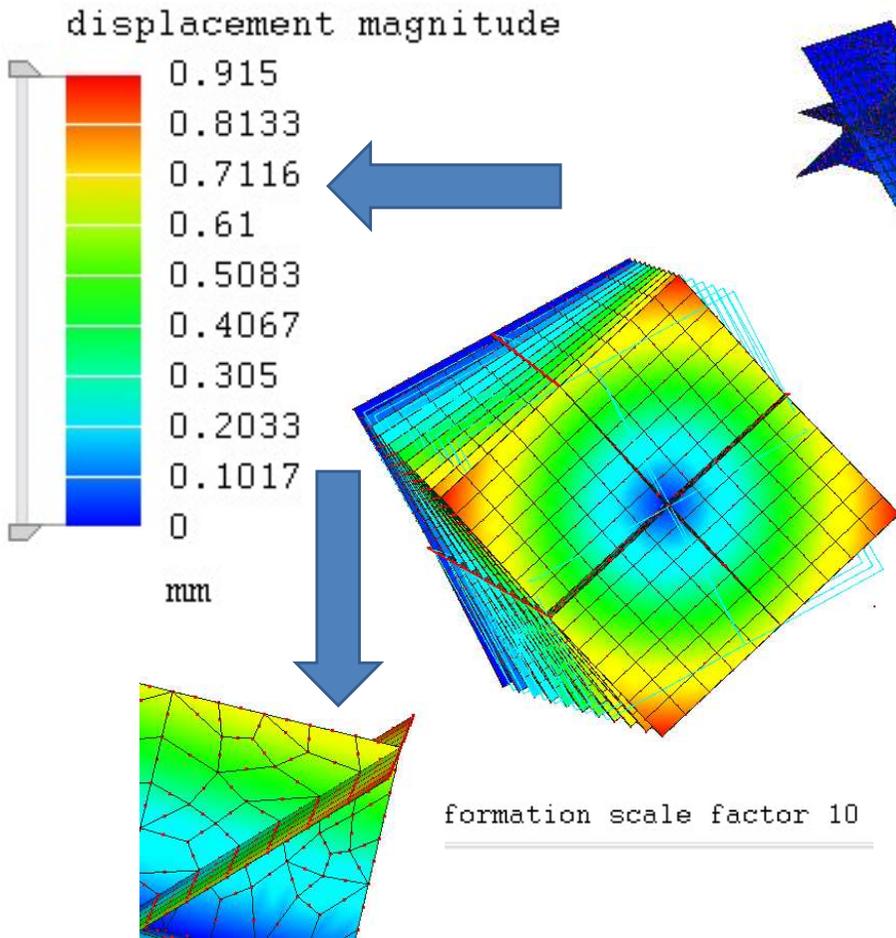
**Deformazione angolare: 32°**

**Prodotto tra il volume della trave e la sua deflessione  
(cm<sup>3</sup>.mm): 3238**

# Trave «a croce» con nervature trasversali



# Trave «a croce» con nervature diagonali

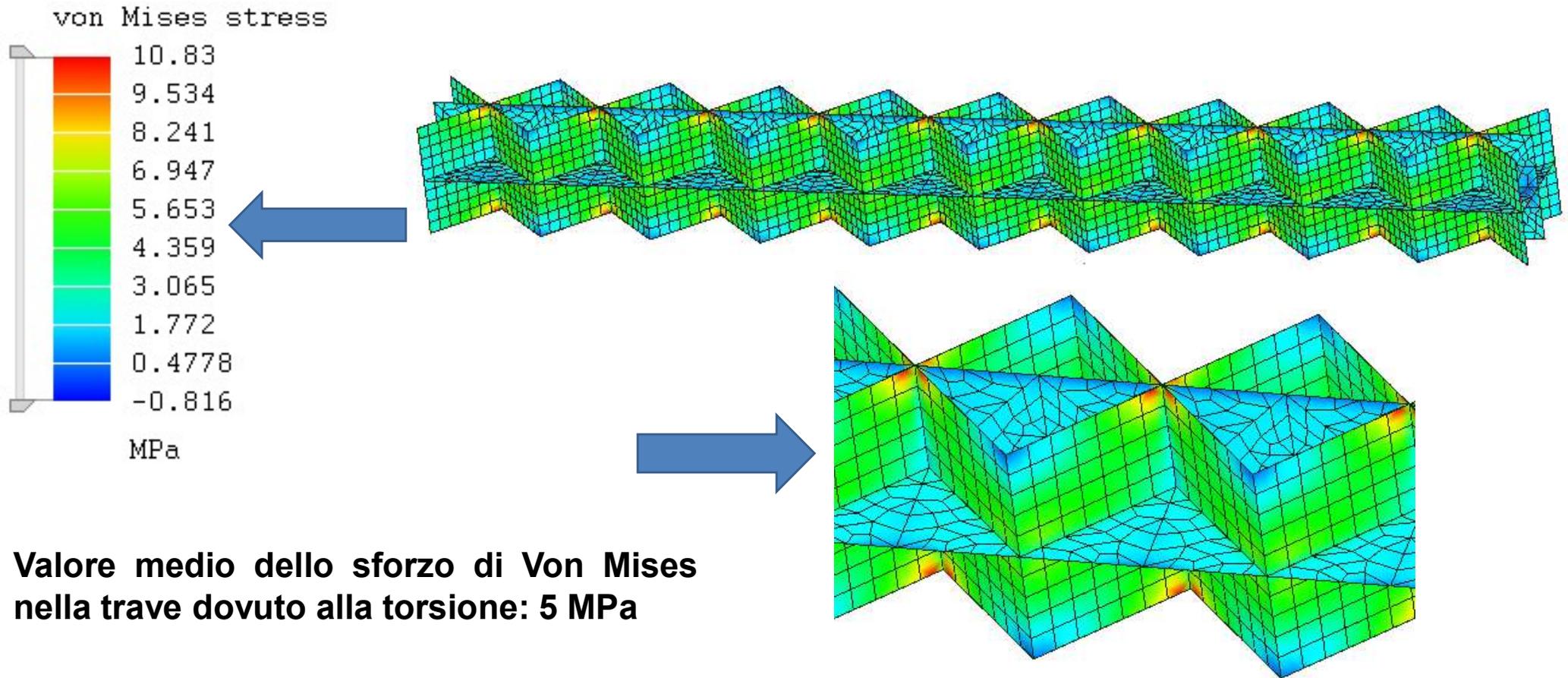


**Deformazione dell'estremità della trave: 0,70 mm**

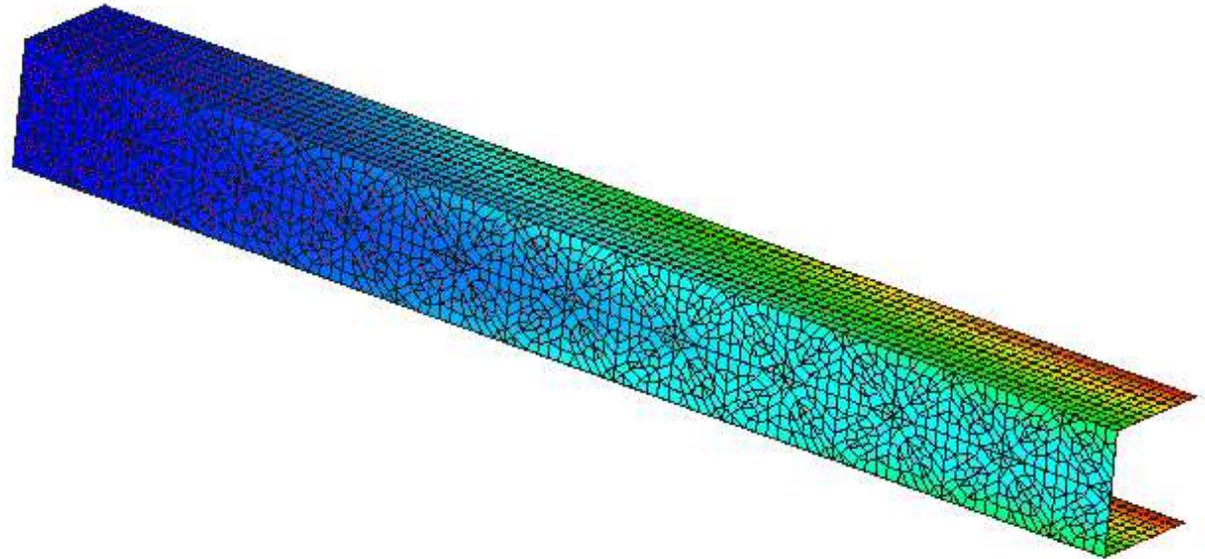
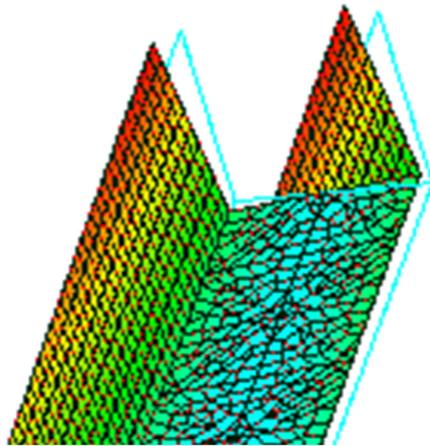
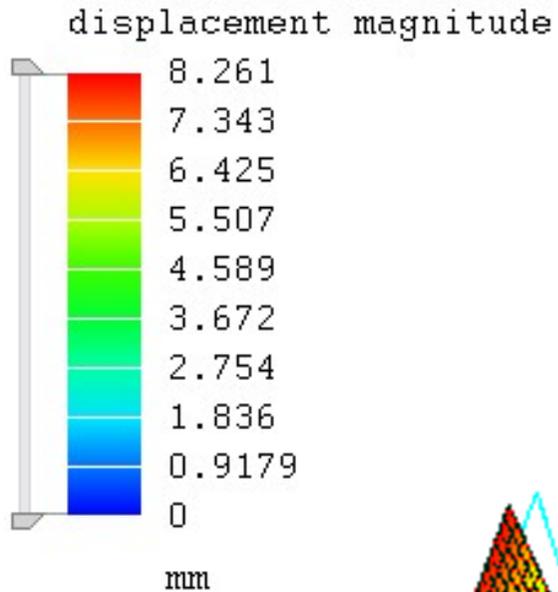
**Deformazione angolare: 1°**

**Prodotto tra il volume della trave e la sua deflessione  
(cm<sup>3</sup>.mm): 185**

# Trave «a croce» con nervature diagonali



# Trave «a C» senza nervature

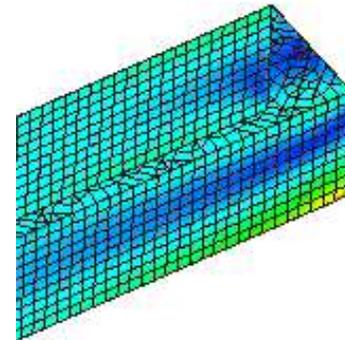
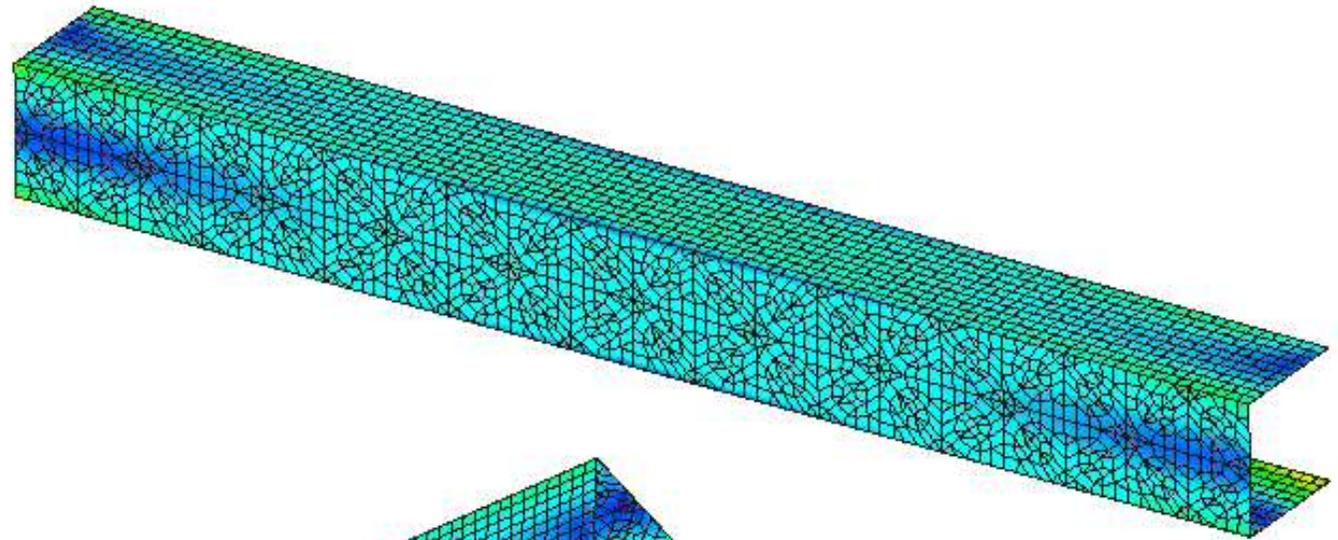
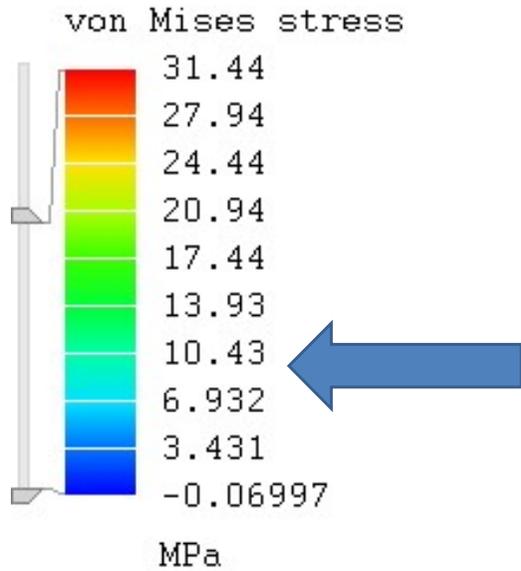


**Deformazione dell'estremità della trave: 8 mm**

**Deformazione angolare: 18°**

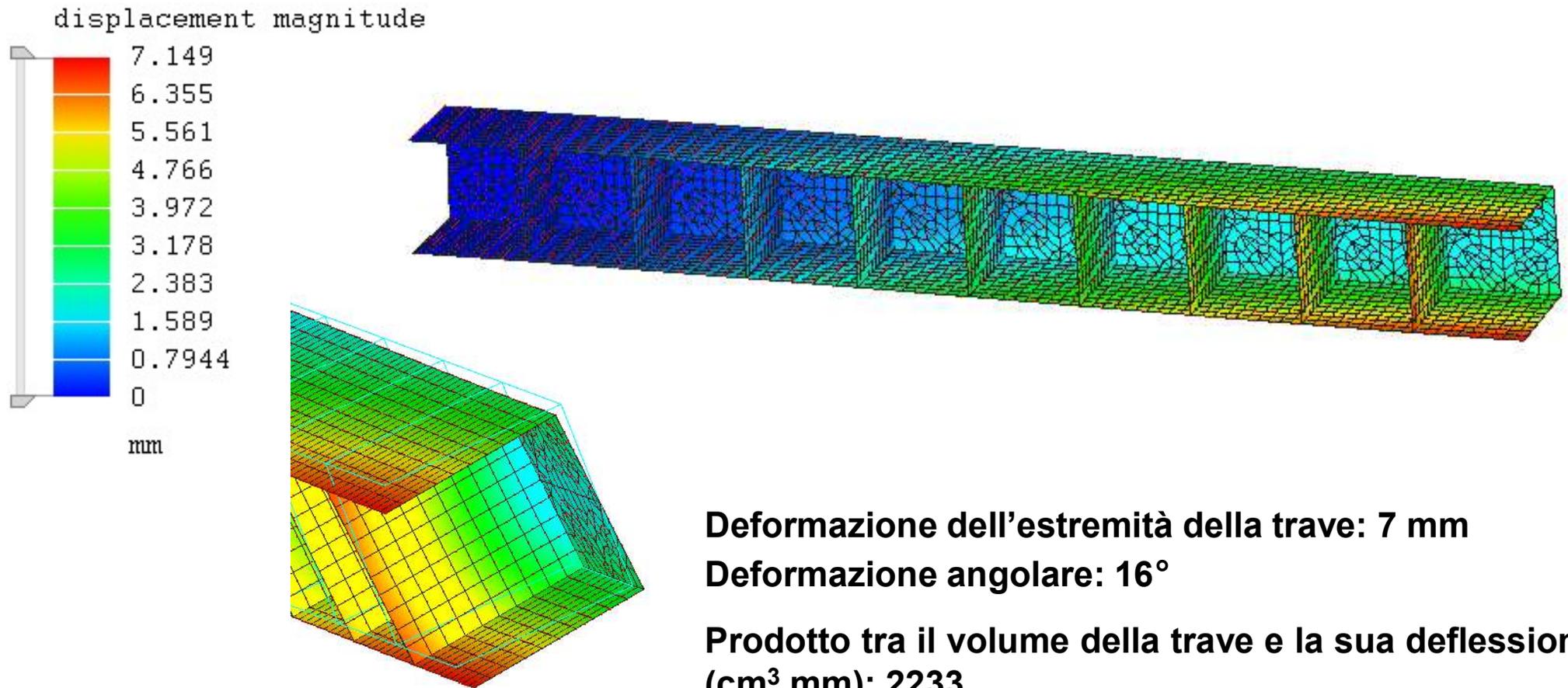
**Prodotto tra il volume della trave e la sua deflessione (cm<sup>3</sup>.mm): 2272**

# Trave «a C» senza nervature

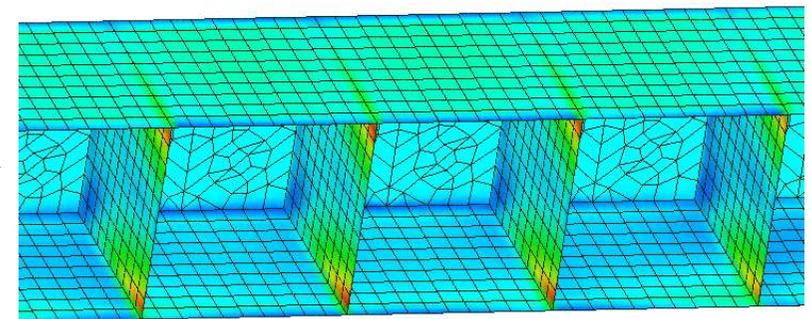
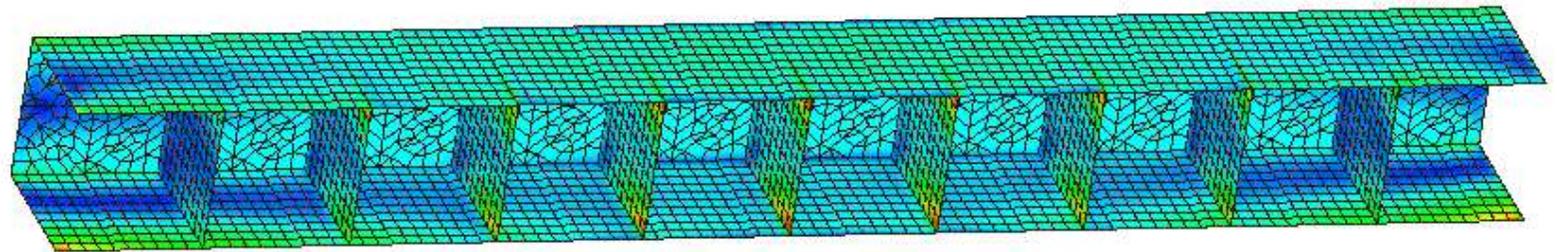
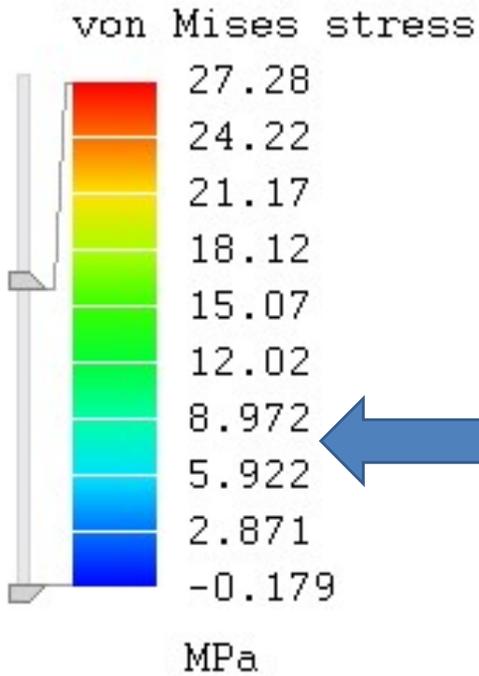


**Valore medio dello sforzo di Von Mises  
nella trave dovuto alla torsione: 9 MPa**

# Trave «a C» con nervature trasversali

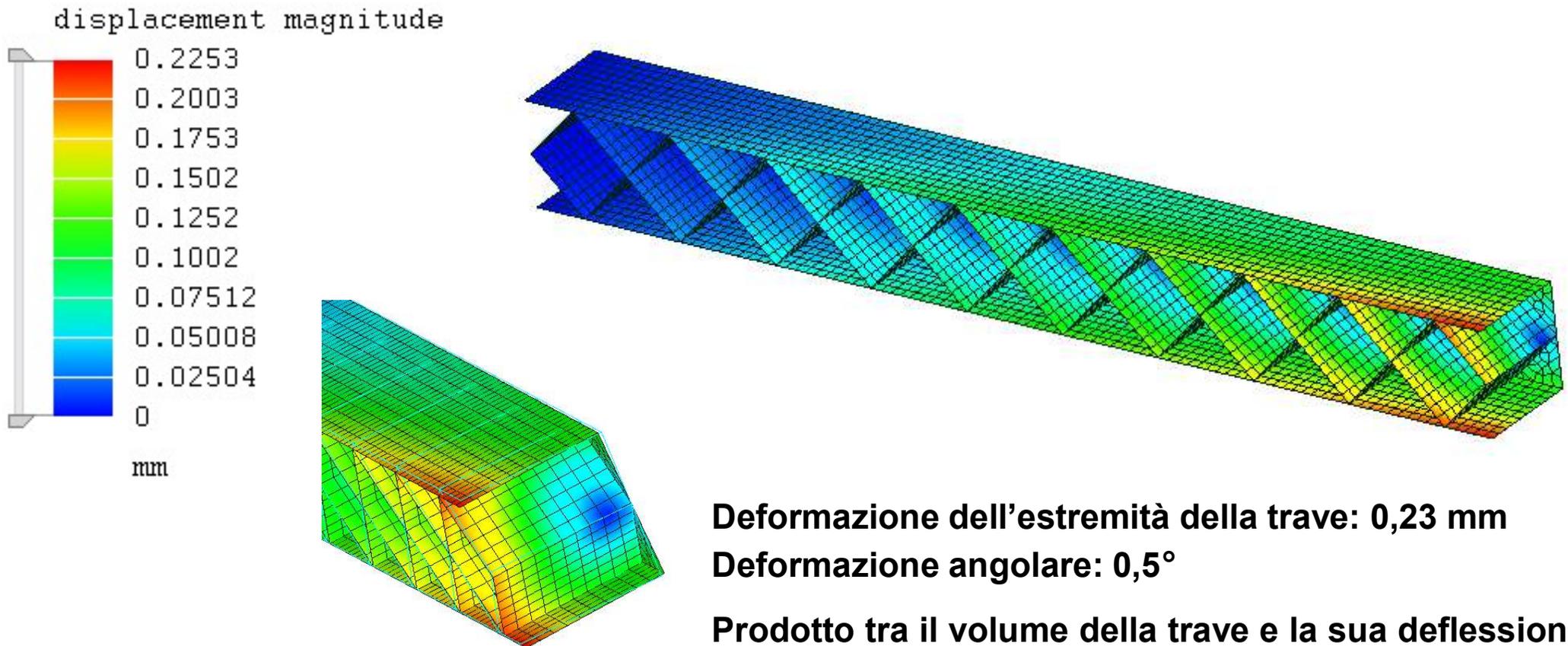


# Trave «a C» con nervature trasversali



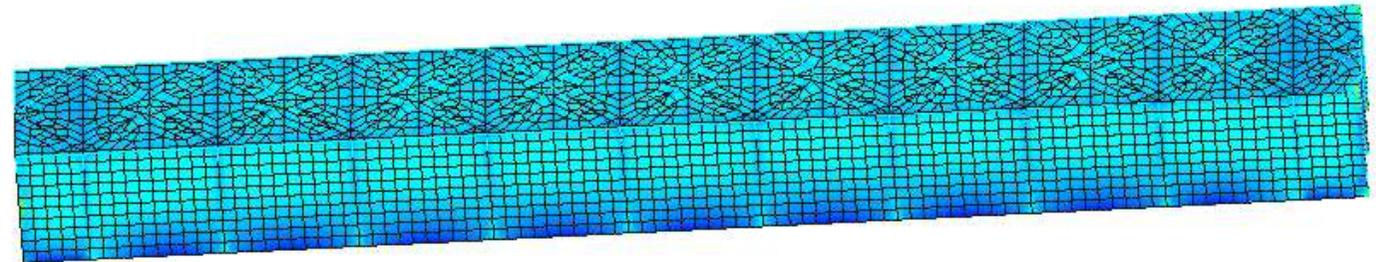
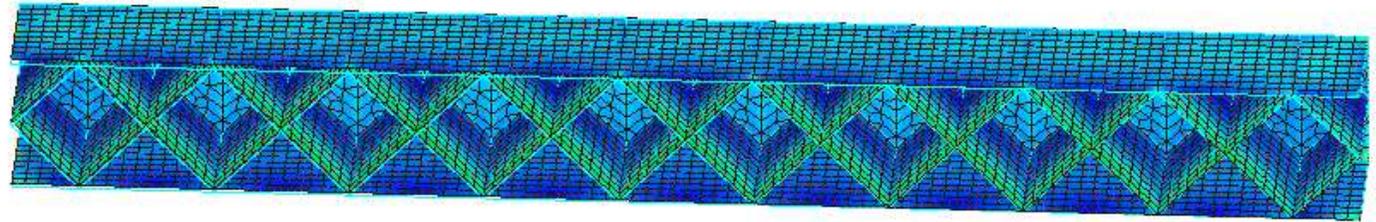
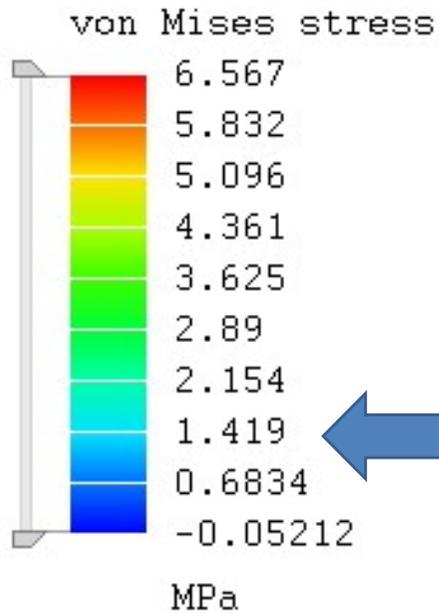
**Valore medio dello sforzo di Von Mises  
nella trave dovuto alla torsione: 6 MPa**

# Trave «a C» con nervature diagonali

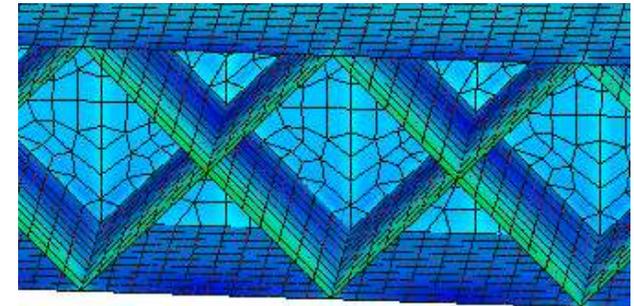


Deformation scale factor 10

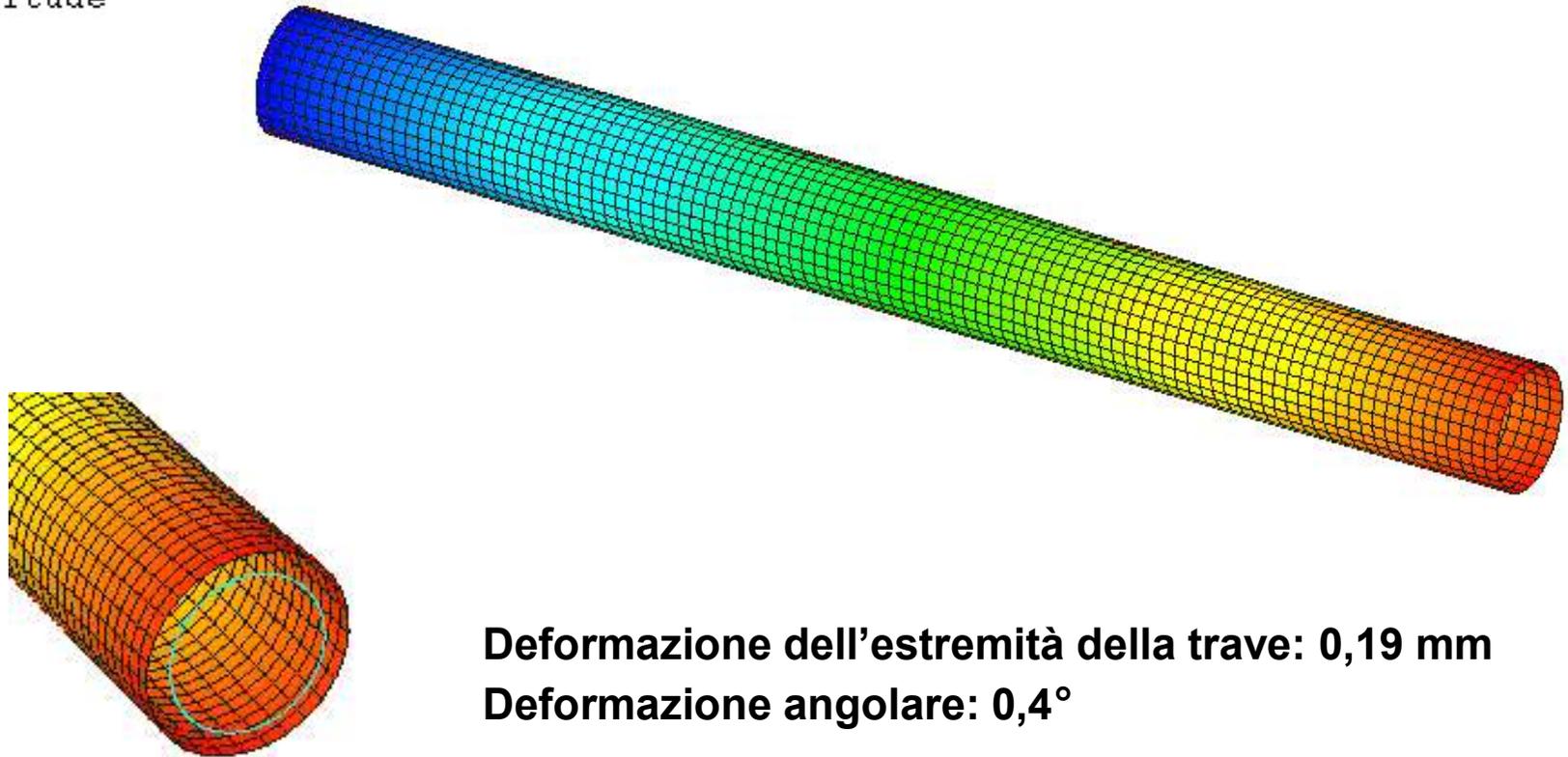
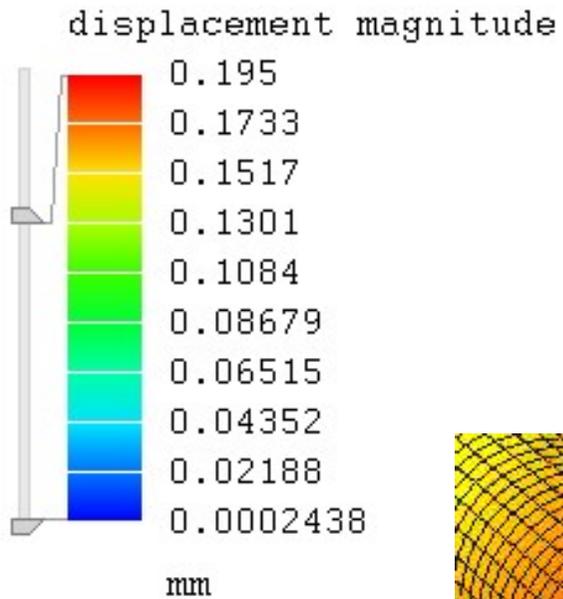
# Trave «a C» con nervature diagonali



**Valore medio dello sforzo di Von Mises  
nella trave dovuto alla torsione: 1,0 MPa**



# Trave con sezione anulare



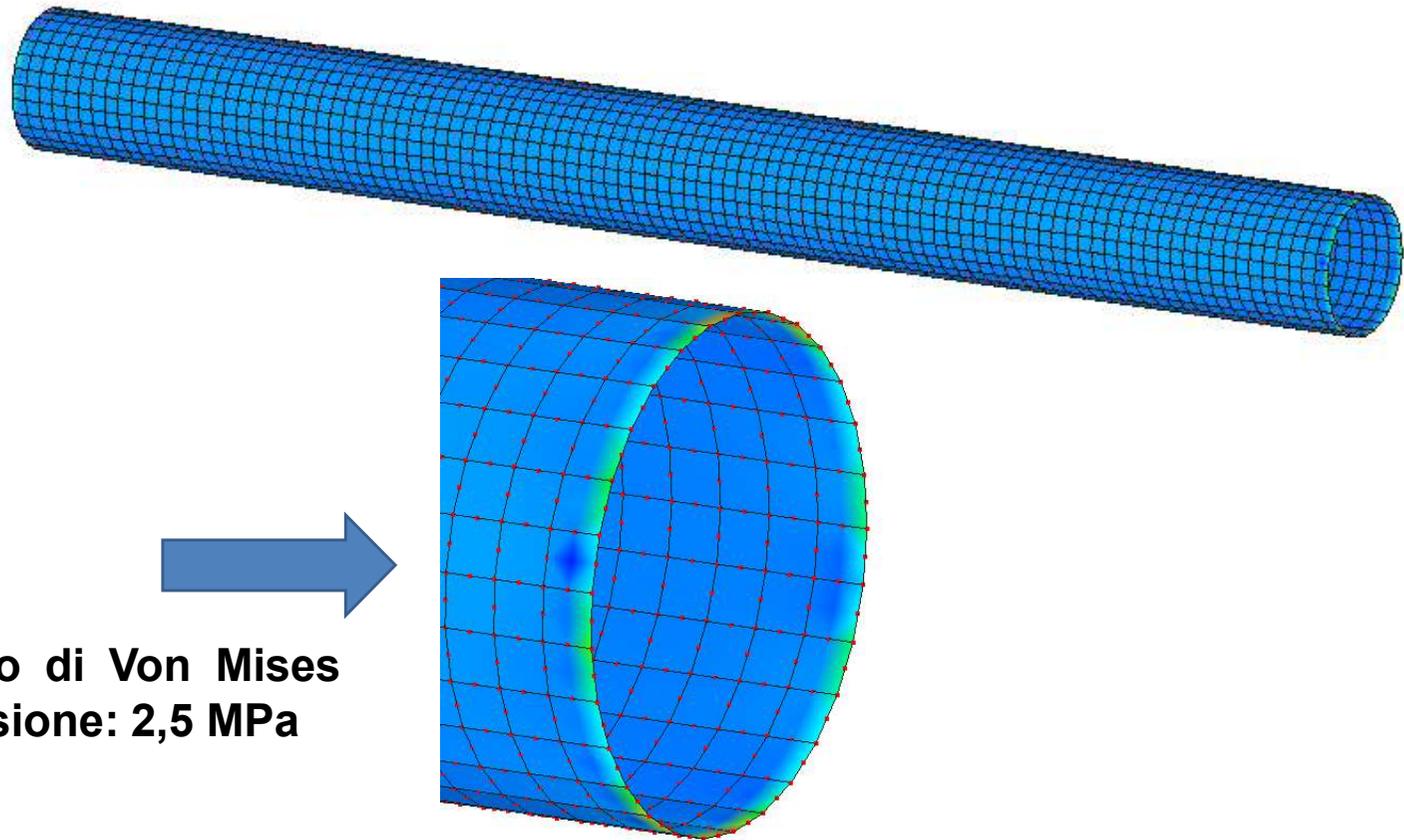
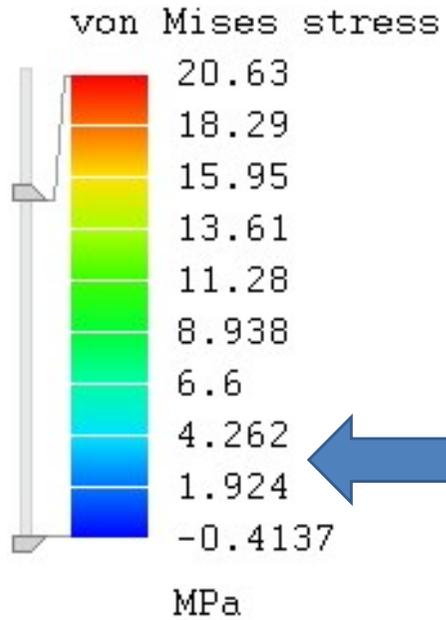
Deformation scale factor 100

**Deformazione dell'estremità della trave: 0,19 mm**

**Deformazione angolare: 0,4°**

**Prodotto tra il volume della trave e la sua deflessione (cm<sup>3</sup>.mm): 29**

# Trave con sezione anulare



**Valore medio dello sforzo di Von Mises  
nella trave dovuto alla torsione: 2,5 MPa**

# Confronto deflessioni

Tipo di trave	Deflessione tangenziale (mm)
a C con nervature diagonali	0,22
a croce con nervature diagonali	0,65
a C con nervature trasversali	7
a C	8
a croce con nervature trasversali	14
a croce	16
a sezione anulare	0,19

Tipo di trave	Deflessione angolare (°)
a C con nervature diagonali	0,5
a croce con nervature diagonali	1
a C con nervature trasversali	16
a C	18
a croce con nervature trasversali	32
a croce	37
a sezione anulare	0,4

- **Le travi che esibiscono la minore deformazione torsionale – e quindi sono più rigide – sono quelle con le nervature diagonali.**
- **Le nervature trasversali non hanno una grande funzione di irrigidimento.**
- **La struttura a C è più rigida di quella «a croce», mentre la struttura «anulare» resta in assoluto la più adatta a sopportare carichi torsionali.**

## «Efficienza» del materiale

Tipo di trave	Prodotto deflessione x volume (mm x cm <sup>3</sup> )
a C con nervature diagonali	77
a croce con nervature diagonali	185
a C con nervature trasversali	2233
a C	2272
a croce	3020
a croce con nervature trasversali	3238

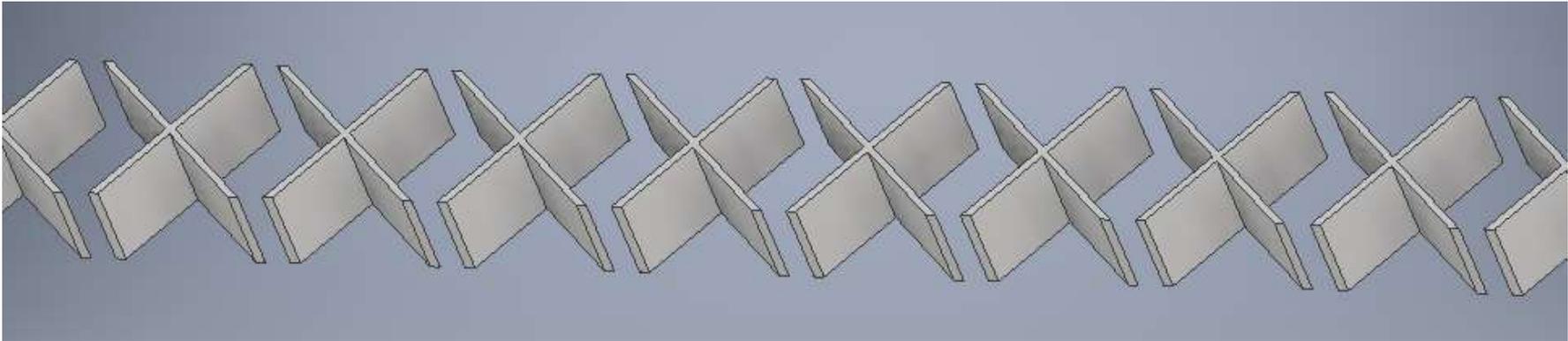
  

a sezione anulare	29
-------------------	----

Il prodotto della deflessione sotto carico per il peso della trave dà un'idea – peraltro molto indicativa – del costo da pagare (in termini di materiale) per ottenere la prestazione desiderata.

**Le travi con nervature diagonali sono decisamente più «efficienti» e così anche la struttura a C rispetto a quella «a croce».**

La conformazione «anulare» resta comunque la migliore in assoluto.



**La presenza di carichi «torsionali» rivaluta decisamente l'utilità di sistemi di nervatura «diagonale», che possono comunque essere disegnati anche con angolazioni diverse dai 45° mostrati negli esempi proposti.**

# I prodotti di Nevicolor

Ixef<sup>®</sup> PARA

Ryton<sup>®</sup> PPS

Amodel<sup>®</sup> PPA

Omnix<sup>®</sup> HPPA

Ketaspire<sup>®</sup> PEEK

Avaspire<sup>®</sup> PAEK

Solef<sup>®</sup> PVDF

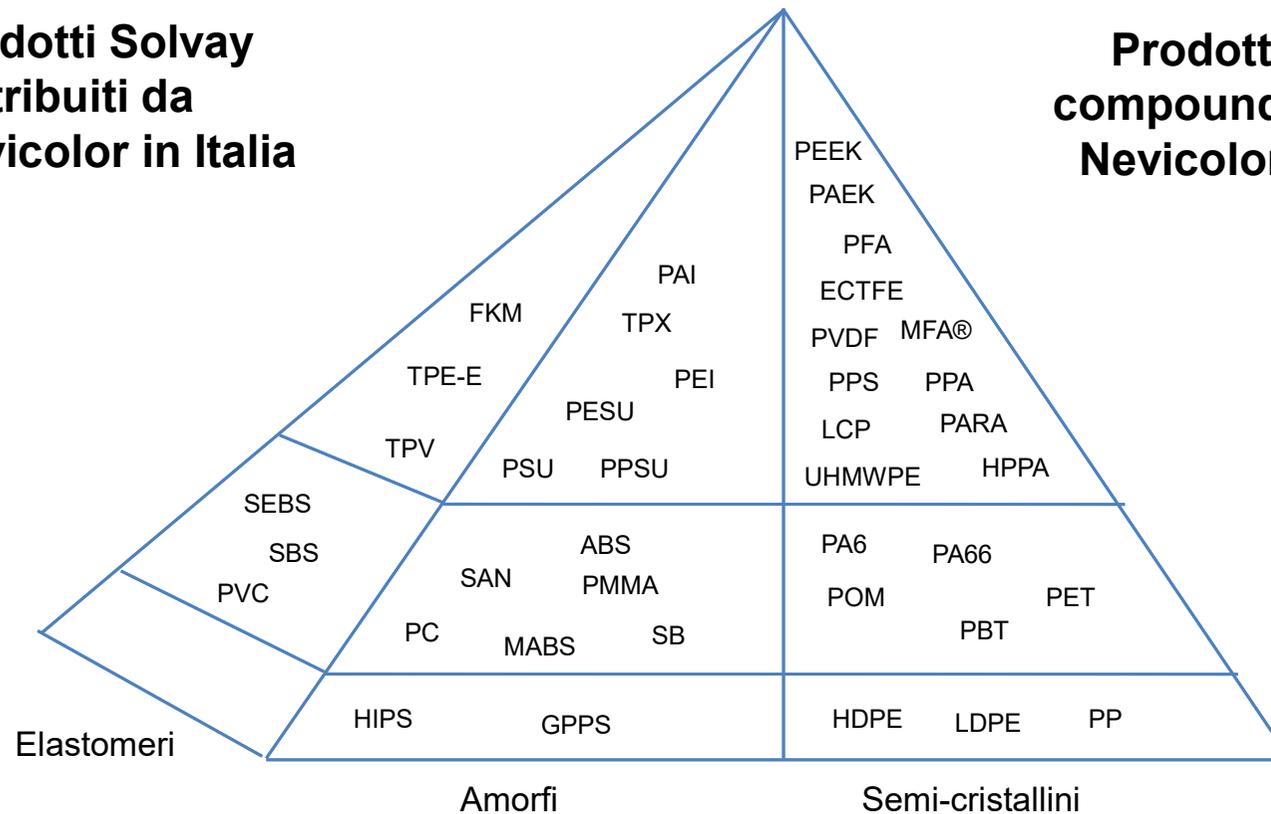
Halar<sup>®</sup> ECTFE

Hyflon<sup>®</sup> PFA/MFA<sup>®</sup>

Tecnoflon<sup>®</sup> FKM

**Prodotti Solvay  
distribuiti da  
Nevicolor in Italia**

**Prodotti  
compound  
Nevicolor**



Nevifood<sup>®</sup> FDA-EU

Nevimed<sup>®</sup> 10993-5

Nevieco<sup>®</sup> 10667

Nevies<sup>®</sup> ABS

Neviester<sup>®</sup> PBT

Nevi-Flow

Nevi-Detect

Nevi-Light

Nevi-Powder



Via Maso, 27 - 42045 Luzzara (RE)



0522 976421



info@nevicolor.it



Nevicolor