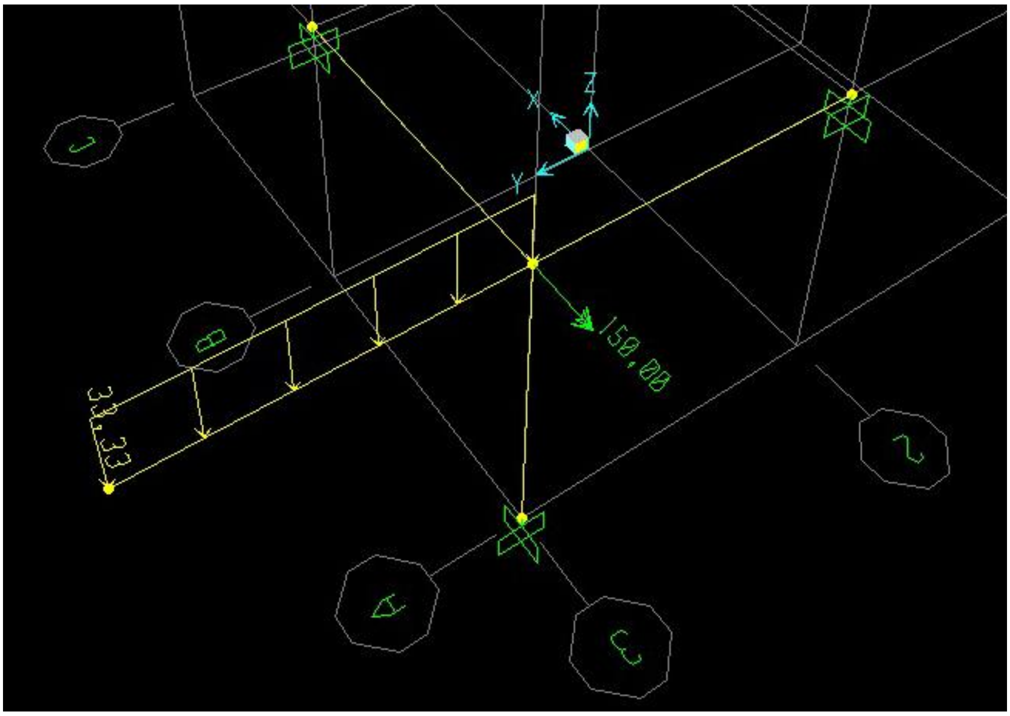
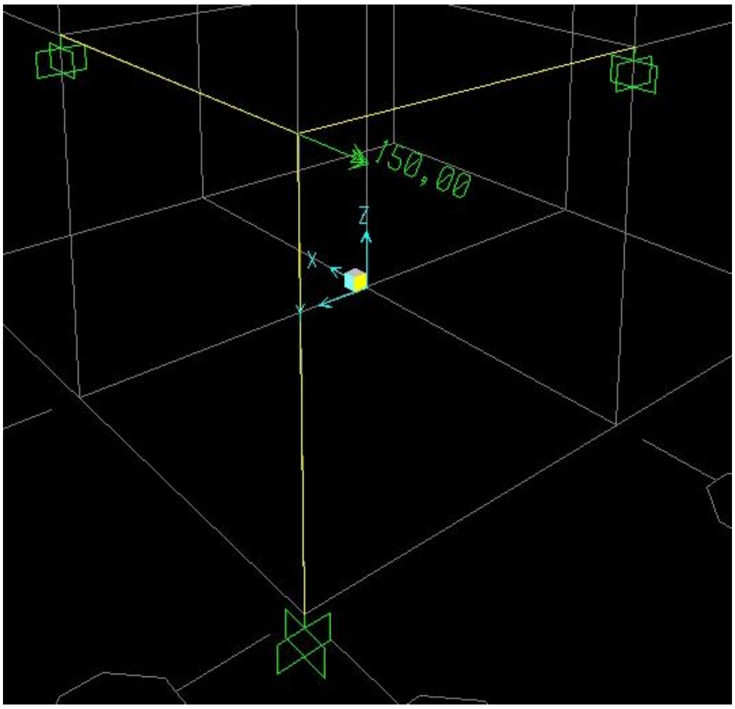
RIGIDEZZA TORSIONALE_26-05-2013

Affrontiamo il tema della **rigidezza torsionale** analizzando un sistema tridimensionale, nel quale la perpendicolarità degli elementi presuppone flessione per un piano e inevitabilmente torsione per l'altro.

La struttura tridimensionale è stata modellata sulla base di una 3D Grid. Le travi e i pilastri hanno la stessa lunghezza, ossia 3 m e i 3 elementi rappresentano un corpo unico, caratterizzato da 6 gradi di libertà trovandoci nello spazio tridimensionale. I tre incastri dunque vincolano 3 spostamenti e 3 rotazioni ciascuno, rendendo la struttura 12 volte iperstatica.



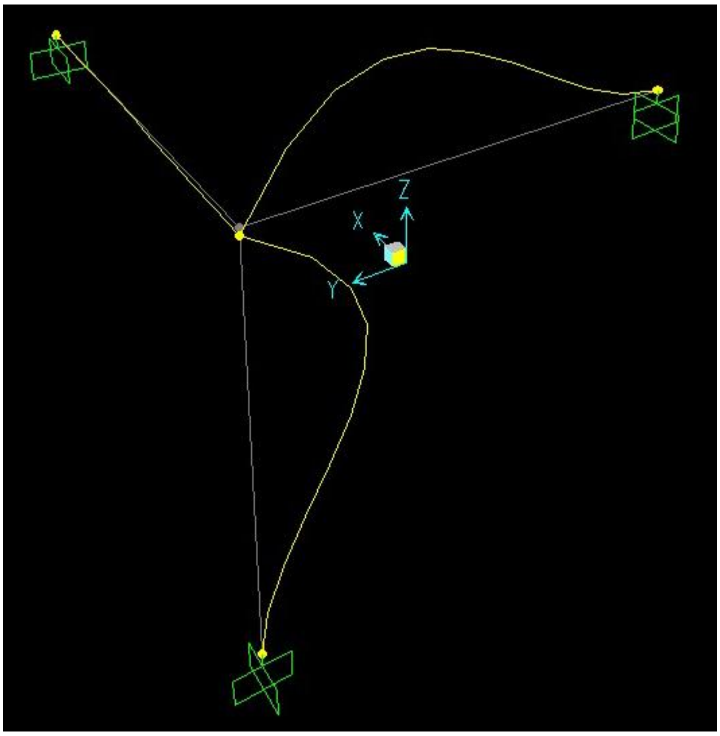
È possibile semplificare il sistema sostituendo la trave a sbalzo soggetta ad un carico distribuito con il momento che agisce direttamente sul nodo, ossia il valore del momento flettente sviluppato in corrispondenza dell'incastro dalla trave a sbalzo appena sostituita.



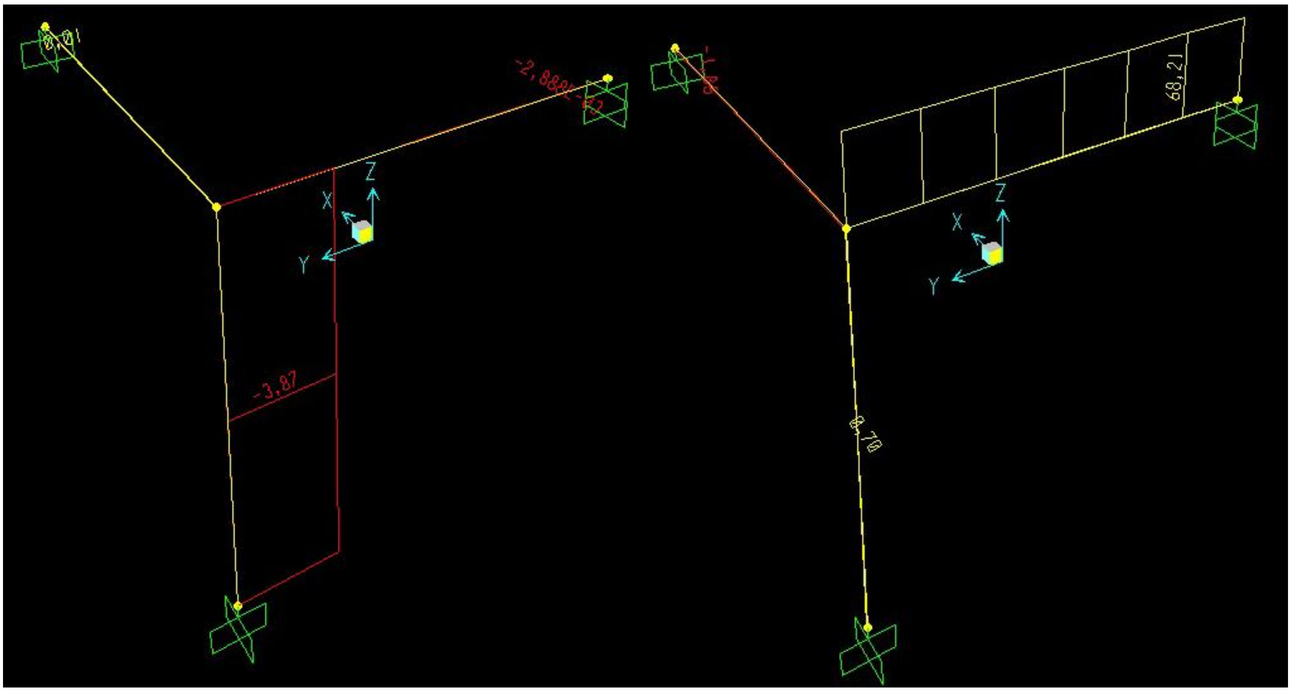
Gli elementi strutturali, come già anticipato, in queste condizioni di vincolo e di carico si comportano in maniera differente: il momento applicato nel nodo genera flessione sulla trave e sul pilastro appartenenti al piano yz, mentre torce la trave che corre lungo l'asse x.

Queste considerazioni qualitative vengono confermate dalla deformata e dai grafici delle sollecitazioni.

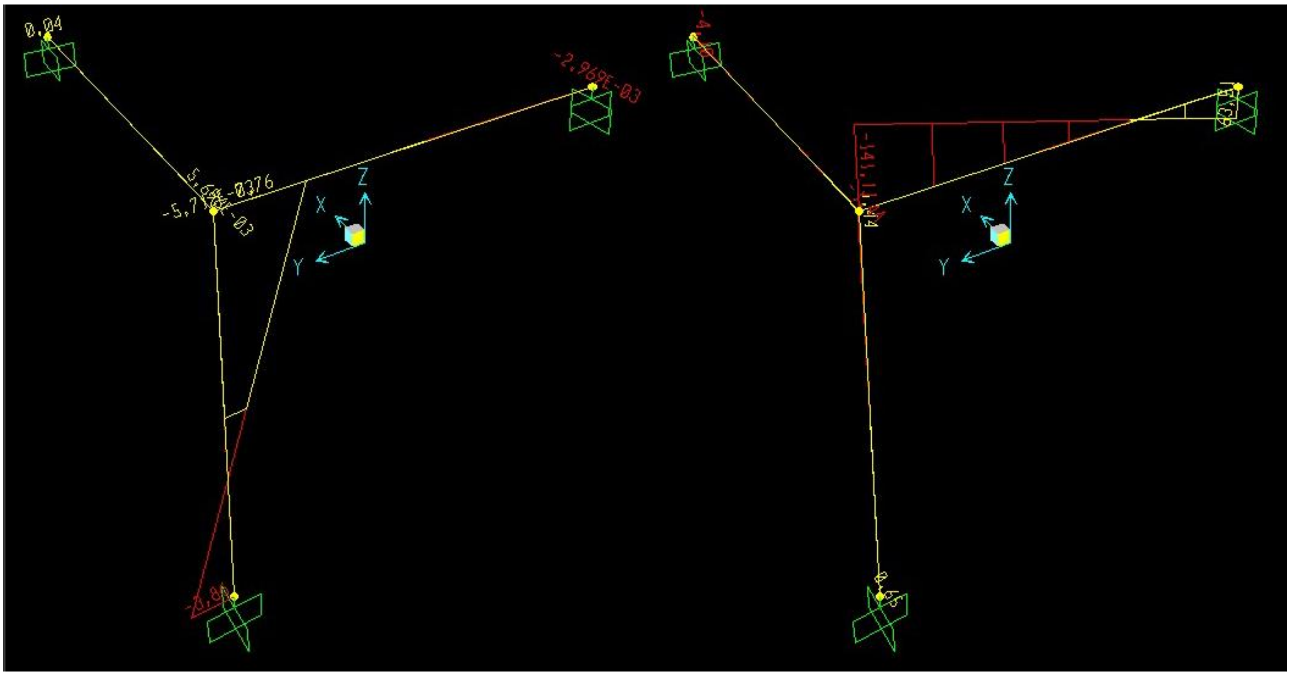
- deformata



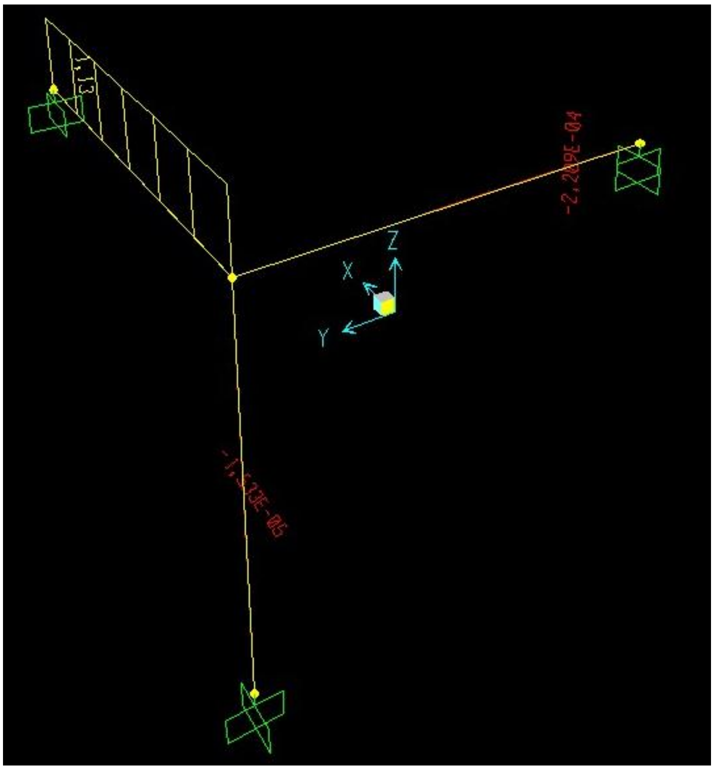
- Taglio



- Momento flettente



- Torsione

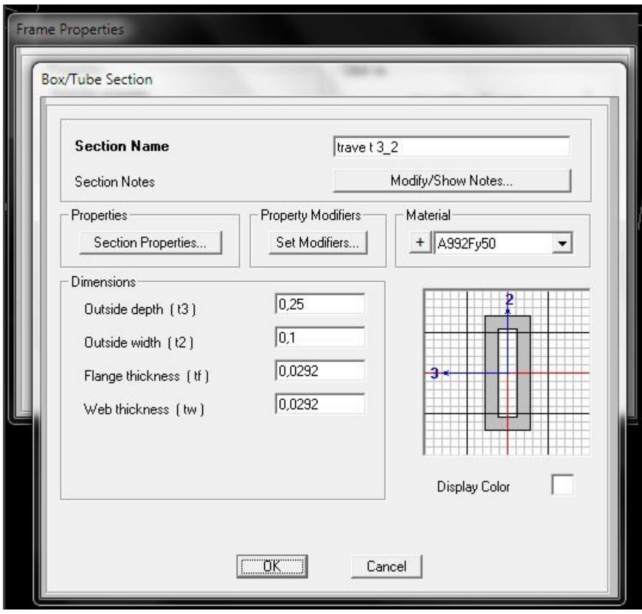


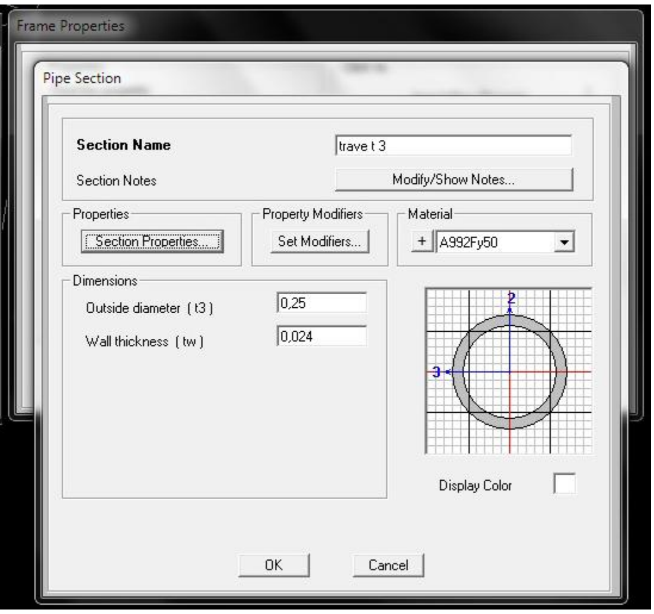
Il contributo della trave perpendicolare e della relativa torsione risiede nell'aumentare la **rigidezza rotazionale Kφ** del nodo, in quanto la sua rigidezza torsionale si somma alle due rigidezze flessionali della trave e del pilastro appartenenti al piano xy. Di conseguenza, il Momento agente viene ripartito nelle tre aste in proporzione alla loro rigidezza.

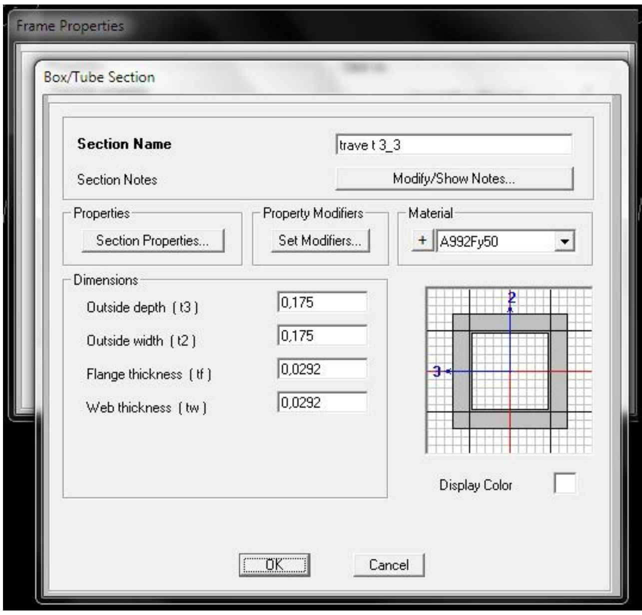
- $\mathbf{M = K_{\varphi} * \varphi} \longrightarrow \mathbf{K_{\varphi}} = \frac{4EI}{L}\varphi + \frac{4EI}{L}\varphi + \frac{GIp}{L}\varphi$

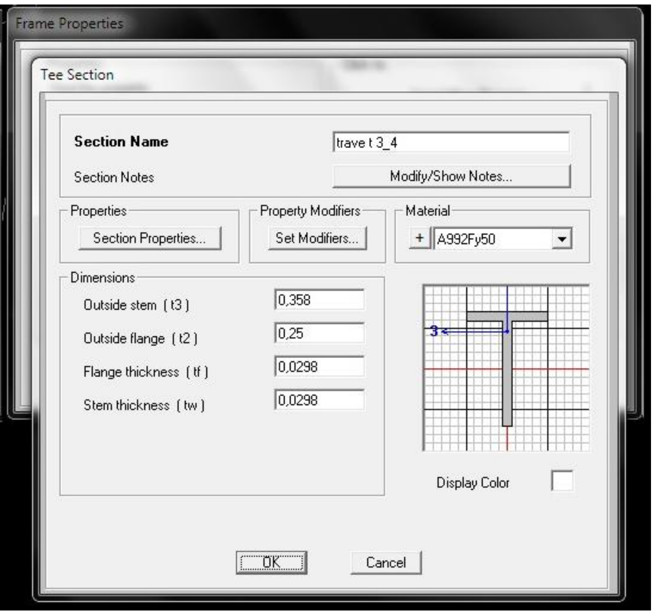
Per quantificare questo contributo sono state assegnate **diverse sezioni** con la stessa area (170 cm^2) alla trave sottoposta a torsione e sono stati raffrontati i dati forniti dal software relativi alla rotazione del punto d'intersezione attorno all'asse della trave stessa.

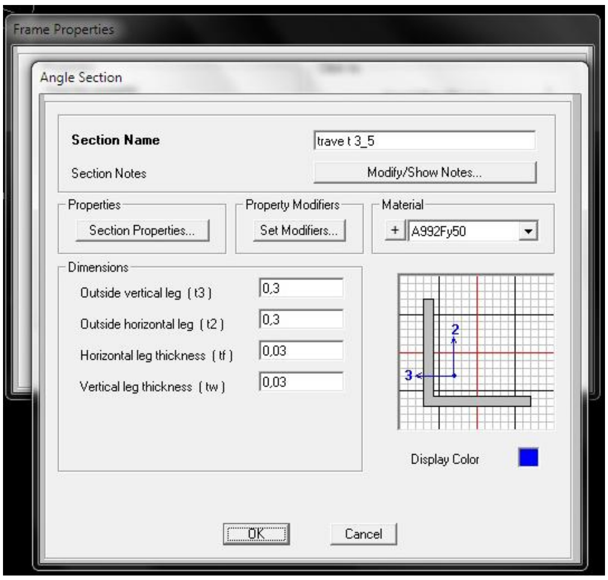
- sezioni adottate:











- tabella relativa ai valori della **rotazione** φ:

Joint Displacements			
Section	**Area**	**Joint**	**φ**
Text	cm^2	Text	Radians
Tubolare	170	4	-0,006683
Scatolare (rettangolare)	170	4	-0,008306
Scatolare (quadrata)	170	4	-0,007844
T	170	4	-0,008858
L	170	4	-0,008859

Nonostante l'area della sezione e il materiale di cui è composta siano costanti, le varie prove hanno dato diversi esiti. Questo perché, come abbiamo più volte sottolineato, a differenti sezioni corrispondono diverse rigidezze torsionali.

In particolare, le **sezioni aperte** (la T o la L) sono quelle che comportano le rotazioni maggiori, dal momento che, pur avendo una buona resistenza flessionale (a cui consegue un minore abbassamento, qui non tabellato, del giunto), si comportano in maniera meno performante nei confronti della torsione.

Le **tensioni tangenziali (τ)** incrementano il loro valore con l'aumentare della distanza dall'asse di torsione; analogamente le tensioni normali, nel caso della flessione, sono massime nei lembi superiori e minime o nulle quando la distanza è vicina allo zero.

Il profilo che ha la miglior resistenza torsionale e, quindi, presenta la rotazione minore, è quello **cilindrico**, in quanto l'acciaio è distribuito ad una distanza media dall'asse di torsione maggiore rispetto a quella delle altre sezioni.

La **scatolare quadrata** presenta le tensioni più alte in corrispondenza dei vertici, quella **rettangolare** in corrispondenza dei lati corti. Invece, il **tubolare** consente di distribuire uniformemente le tensioni tangenziali su tutta la sua area, ammesso che l'asse di torsione coincida con il centro delle sue sezioni e che il materiale venga sfruttato in maniera più uniforme.

Il modo in cui l'area di materiale è distribuita attorno all'asse di torsione è rappresentata numericamente dal **momento d'inerzia polare** (**Ip**), che è inversamente proporzionale alla tensione τ.

- $\boldsymbol{\tau = \frac{Mt}{Ip}}\,\mathrm{r}$ $\qquad$ $\mathrm{r} =$ distanza dall'asse di torsione