

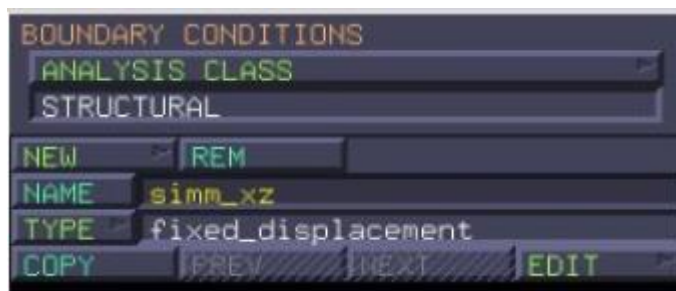
## CALCOLO RIGIDEZZA DELLA PIASTRA SECONDA PARTE

Buona parte del lavoro è stato fatto nella lezione precedente, soprattutto per quanto riguarda la creazione della mesh che noi andremo a scaricare dal wiki cercando “pannello\_standard.mud” (oppure usando il link qui sotto).

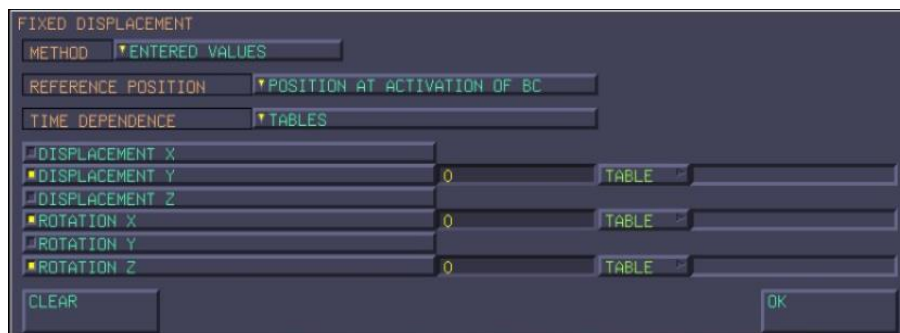
[https://cdm.ing.unimo.it/files/progetto\\_del\\_telaio/2017/pannello\\_standard.mud](https://cdm.ing.unimo.it/files/progetto_del_telaio/2017/pannello_standard.mud)

Il lavoro di questa lezione inizia impostando le boundary condition, la prima riguarda la simmetria del modello sul piano xz, quindi, dal

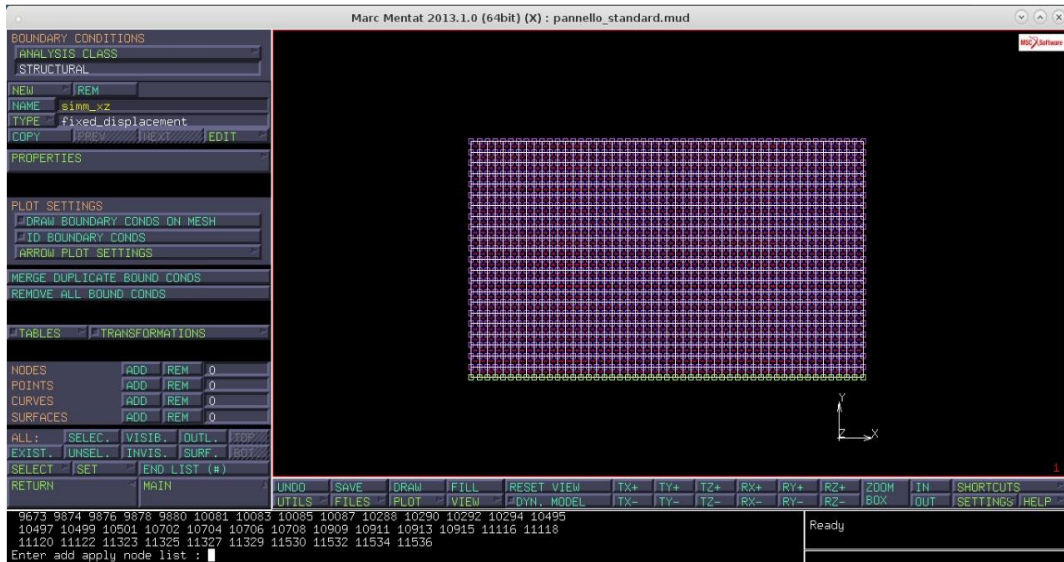
MAIN MENU → BOUNDARY CONDITION → NEW



Una volta impostati Name e Type come in figura, imponiamo le Properties della nostra Boundary condition:

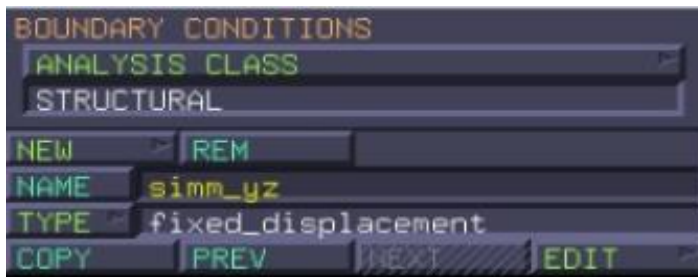


A questo punto dobbiamo applicare la suddetta condizione al contorno ai nodi interessati ed utilizzando il selettore rettangolare li selezioniamo come in figura:

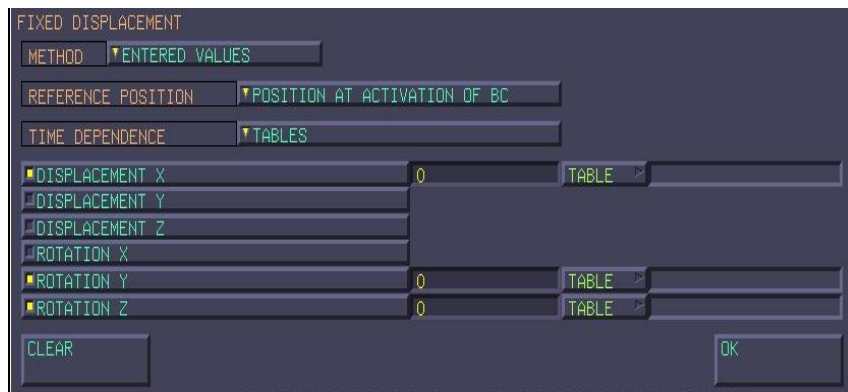


Impongo ora la seconda condizione di simmetria, quella del piano yz, quindi come nel caso precedente dal

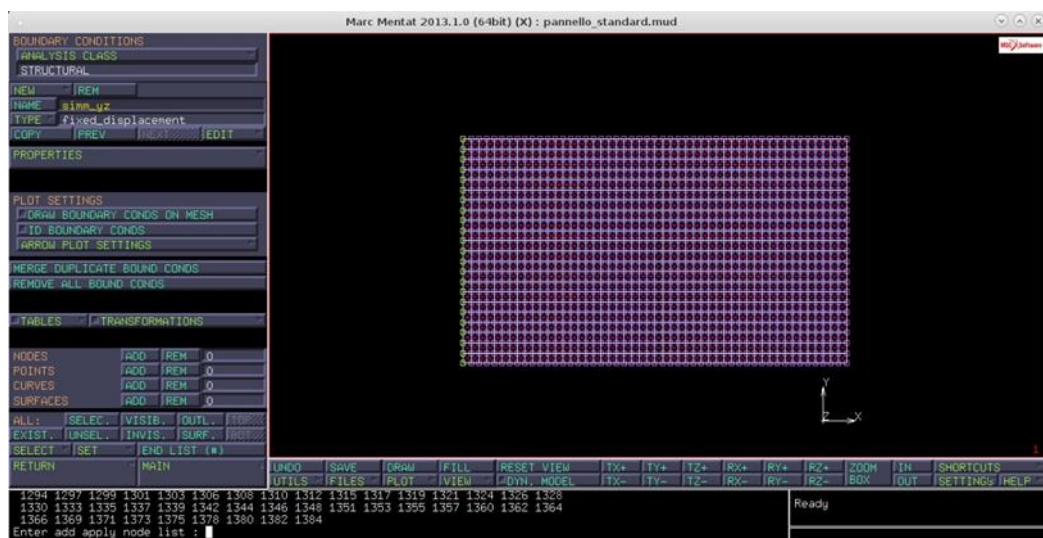
**MAIN MENU → BOUNDARY CONDUCTION → NEW**



Anche in questo caso una volta scelti Analysis class , Name e Type come in figura scelgo le Properties:

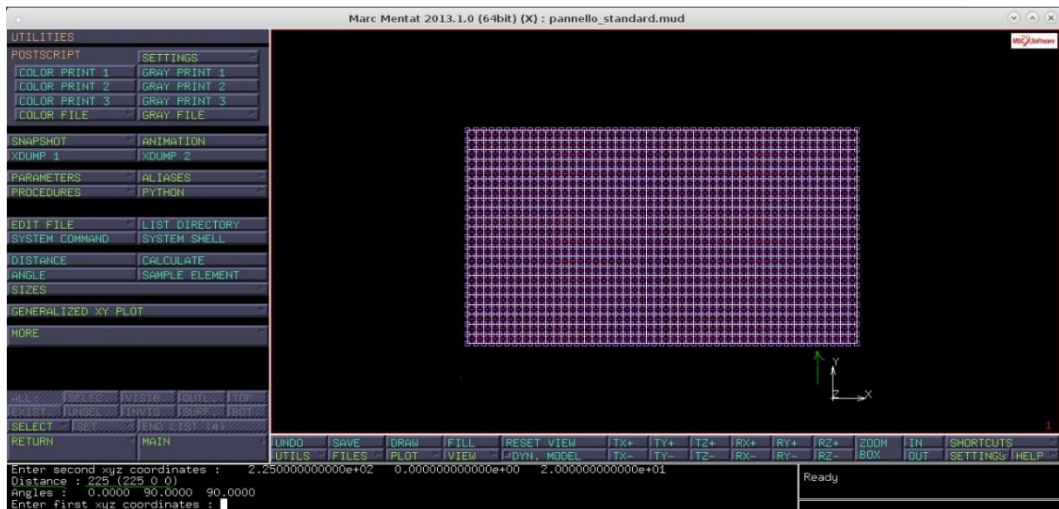


Bisogna ora applicare la condizione al contorno creata sopra ai nodi interessati e con lo stesso procedimento fatto sopra scegliamo i nodi evidenziati in figura:

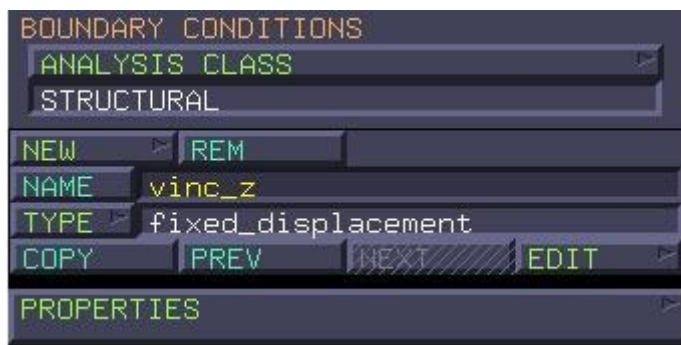


Dopo aver imposto le condizioni di simmetria andiamo ad inserire un vincolo, il quale, imporrà lo spostamento lungo Z nullo.

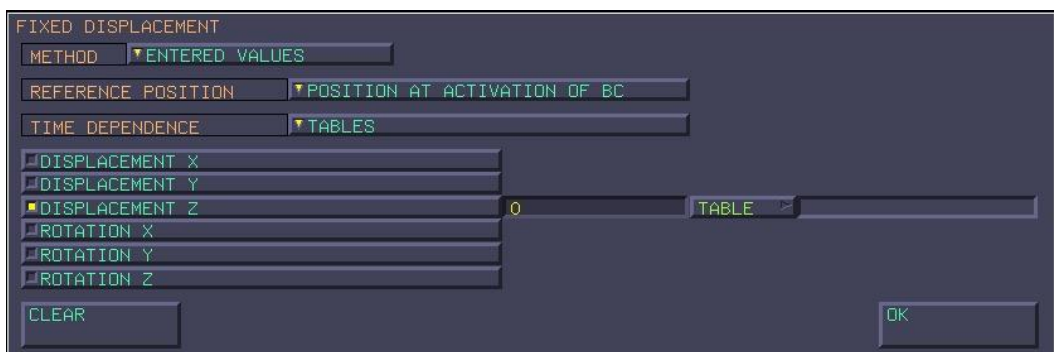
Siccome il vincolo è posizionato a 225 mm dal centro ( $450/2$ ) utilizziamo il comando **UTILS → DISTANCES** e vedo che la distanza tra l'origine (0 0 0) e il sesto nodo contando da destra è proprio 225 mm.



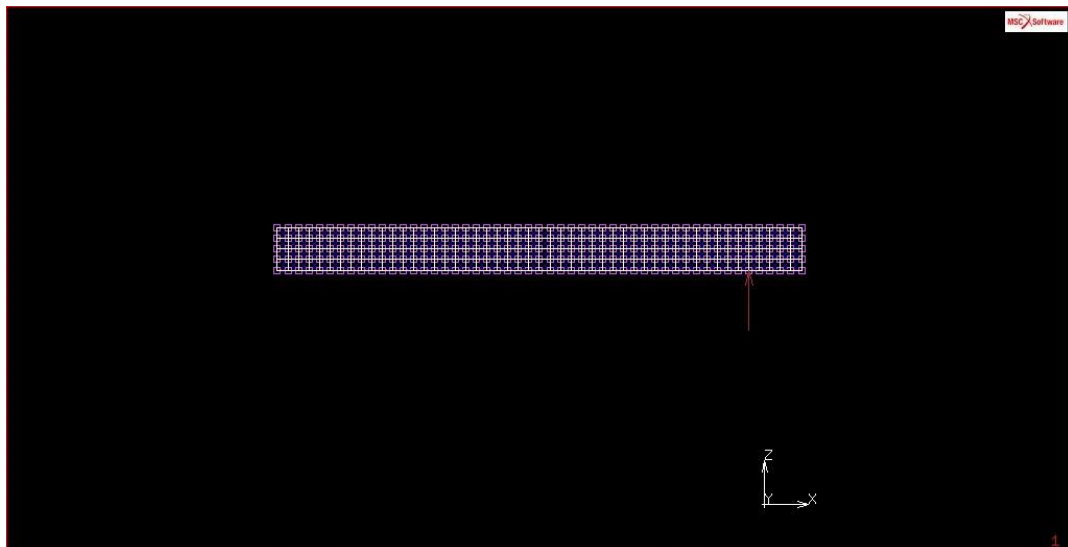
impongo ora la Boundary condition relativa al vincolo, quindi, dal MAIN MENU → BOUNDARY CONDICTION → NEW



Anche in questo caso una volta scelti Analysis class , Name e Type come in figura scelgo le Properties:



le applichiamo alla fila di nodi posta a distanza 225 mm che prima avevamo identificato si può vedere bene nell'immagine seguente:



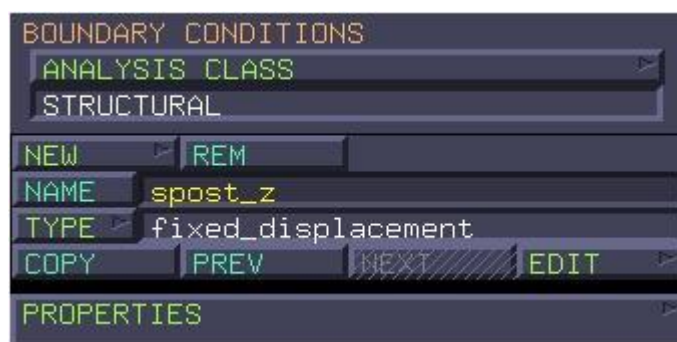
Dato che il nostro obiettivo è calcolare la rigidezza della piastra, sfrutto la relazione

$$F = Kx$$

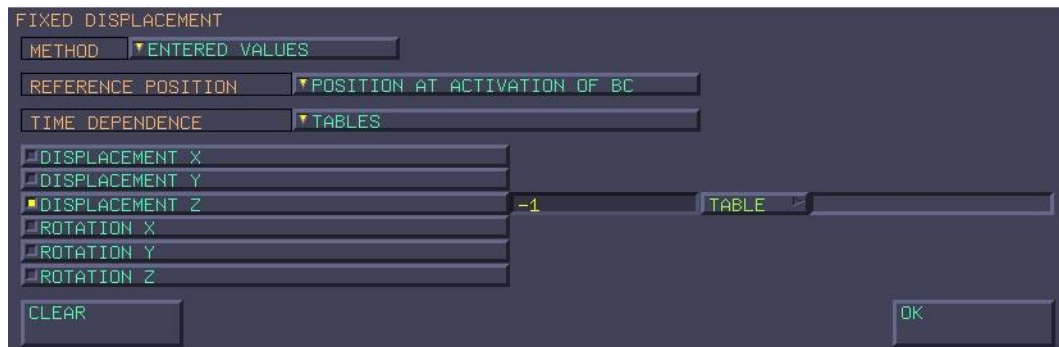
quindi, imponendo uno spostamento unitario (in modulo) la F sarà uguale proprio alla rigidezza cercata .

Quindi imponiamo una quarta Boundary Condition, dal

**MAIN MENU**→**BOUNDARY CONDICTION**→**NEW**



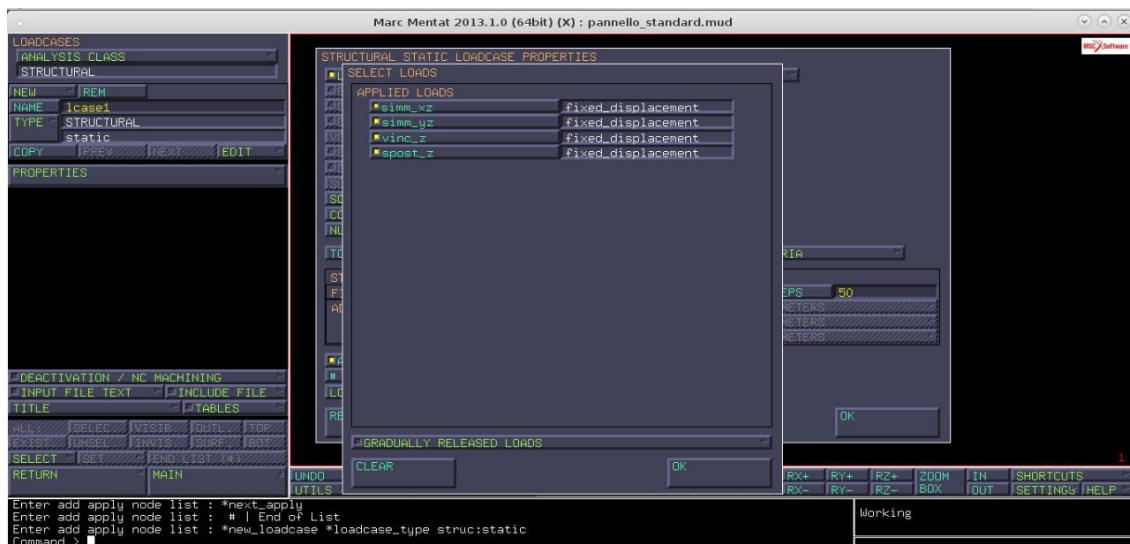
scelti Analysis class, Name e Type come in figura, imposto le Properties:



Concluse così le Boundary Condition, torniamo sul main menu

**LOADCASE → NEW → STATIC → PROPERTIES → LOAD**

e ci assicuriamo che le 4 B.C. ( boundary condiction) siano tutte attive.



Nel nostro caso la relazione

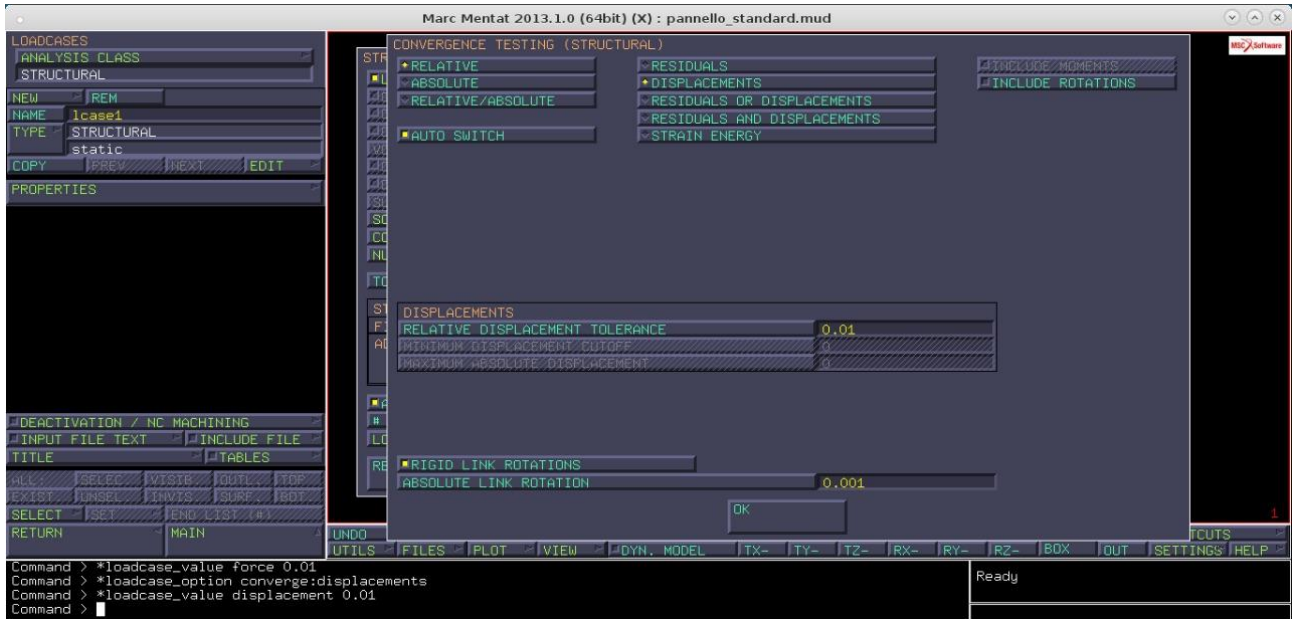
$$F = Kx$$

è lineare (K indipendente da x), di conseguenza, K è invertibile quindi univocamente determinata conoscendo lo spostamento imposto e la forza ad esso associata.

Rimanendo nel loadcases menu

**PROPERTIES → CONVERGENCE TESTING:**

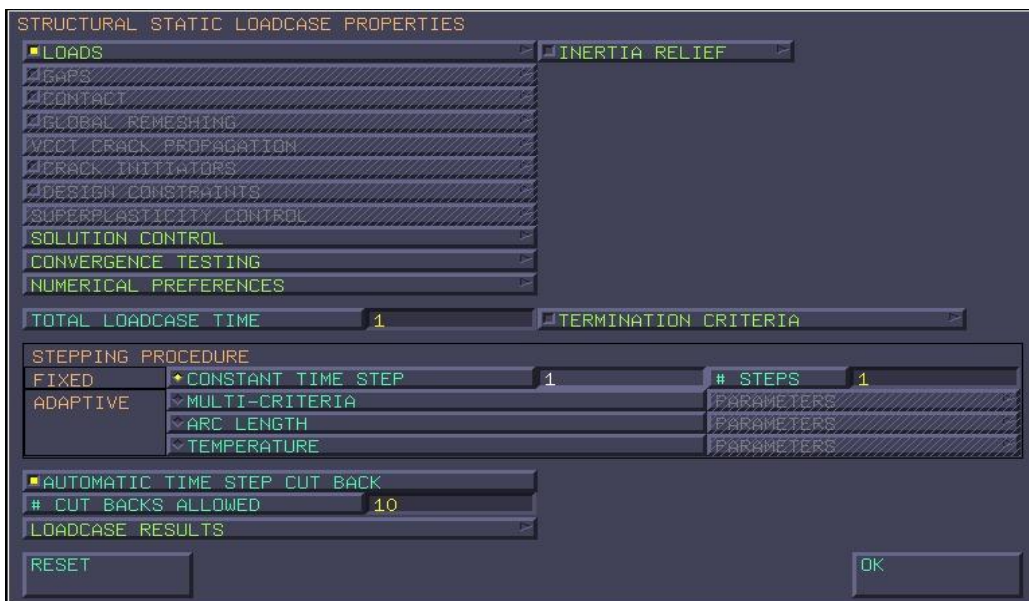




Come si vede dalla figura dobbiamo selezionare:

RELATIVE ; DISPLACEMENT → RELATIVE DIPLACEMENT TOLLERANCE → 0.01.

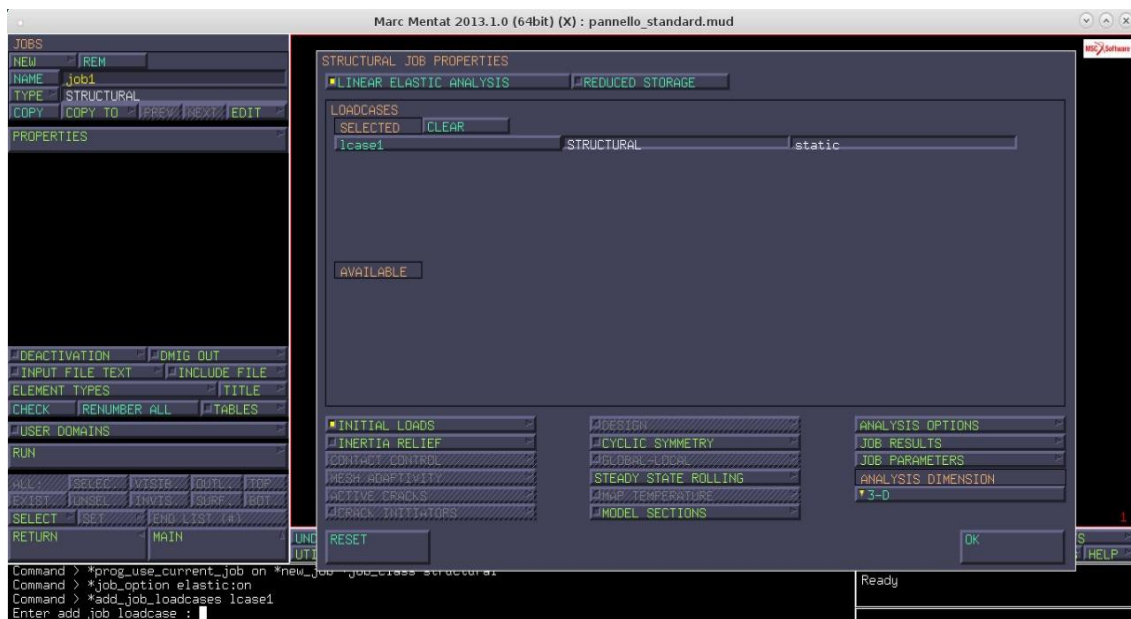
Tornando nel menù proprietà del loadcase, ci assicuriamo che il “Total Loadcase Time” sia 1 e portiamo gli steps da 50 a 1 dato che il nostro sistema è lineare.



Finito ciò possiamo preparare il Job.

Torniamo nel

**MAIN MENU → JOB → NEW → STRUCTURAL → PROPERTIES:**



Come si vede dalla figura abbiamo attivato

**LINEAR ELASTI ANALYSIS**

ed abbiamo cliccato su

**LCASE1** (precedentemente sotto la voce **AVAILABLE**) per attivarlo.

Ora andiamo nel Menu

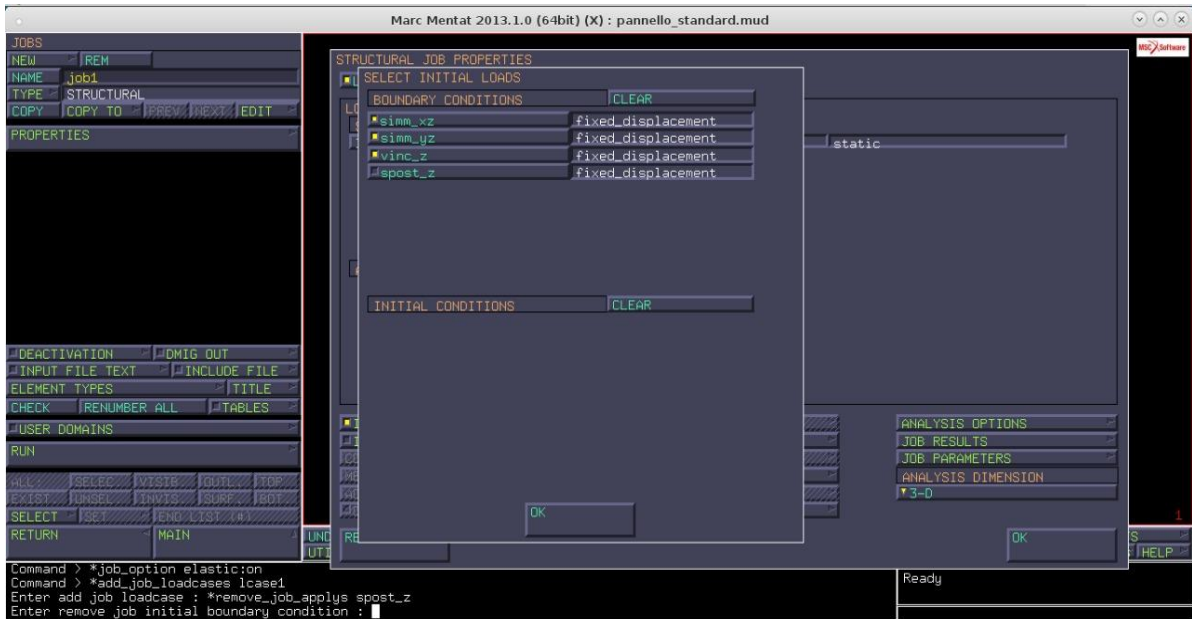
**INITIAL LOADS**

Deselezioniamo

**spost\_z**

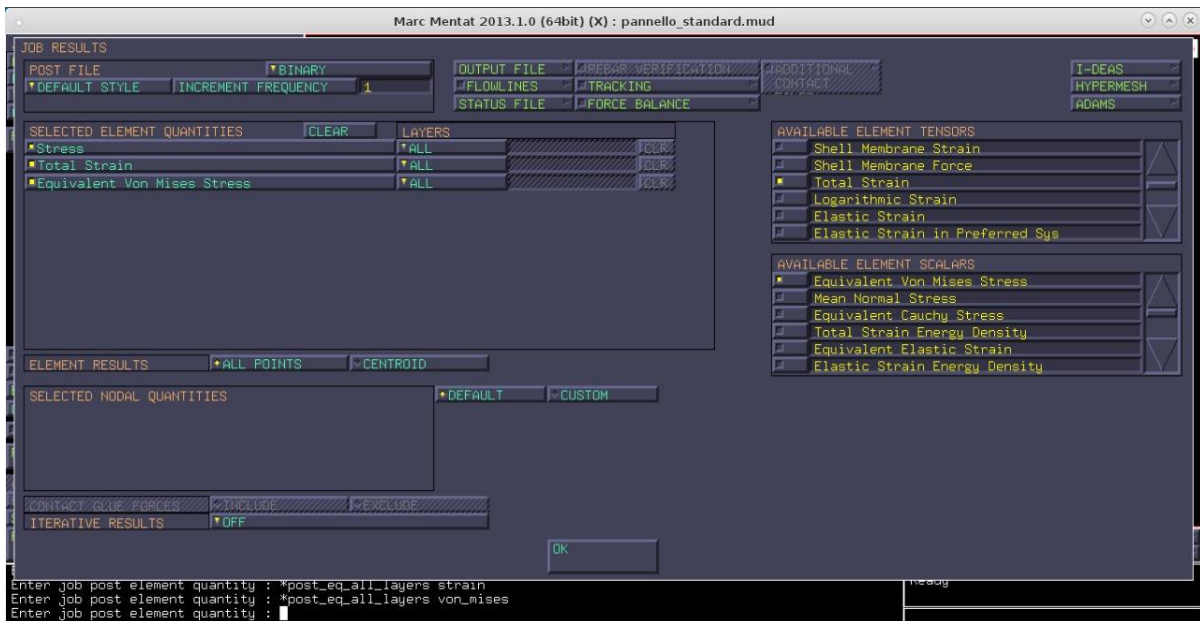
perché non fa parte delle condizioni iniziali.





Dopo aver premuto OK, ci spostiamo nel menu

## JOB RESULTS

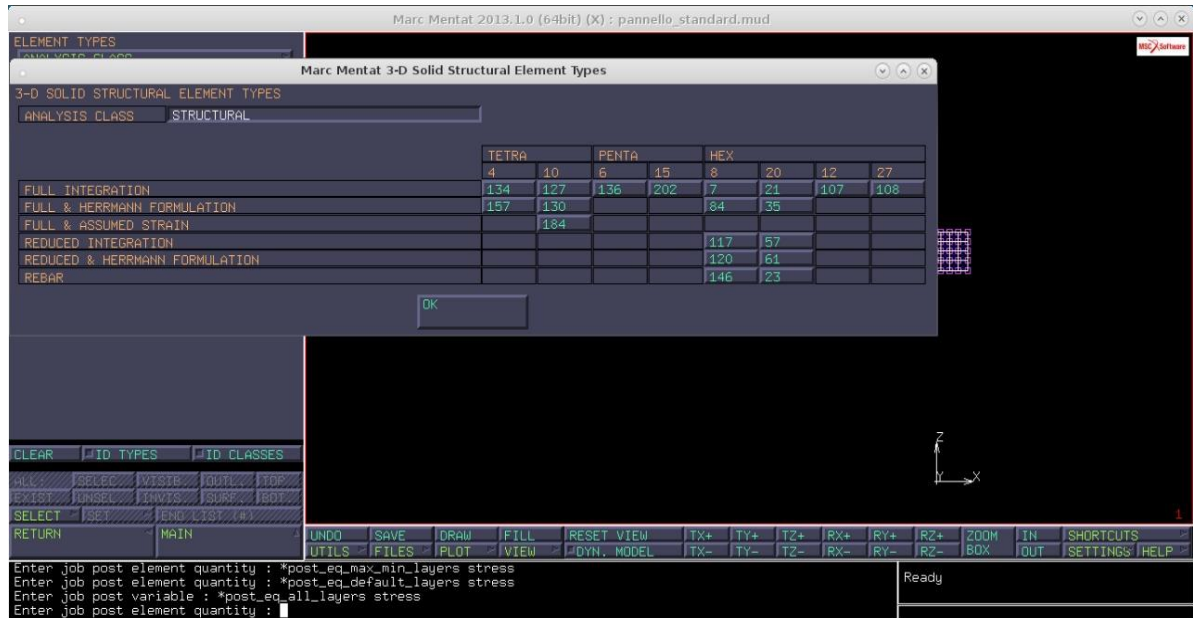


Dai menu a tendina laterali seleziono le voci come in figura e spostiamo i layers da

**DEFAULT → ALL.**

Una volta dato l'OK ed essere tornati al menù Jobs, seleziono

→ ELEMENT TYPE

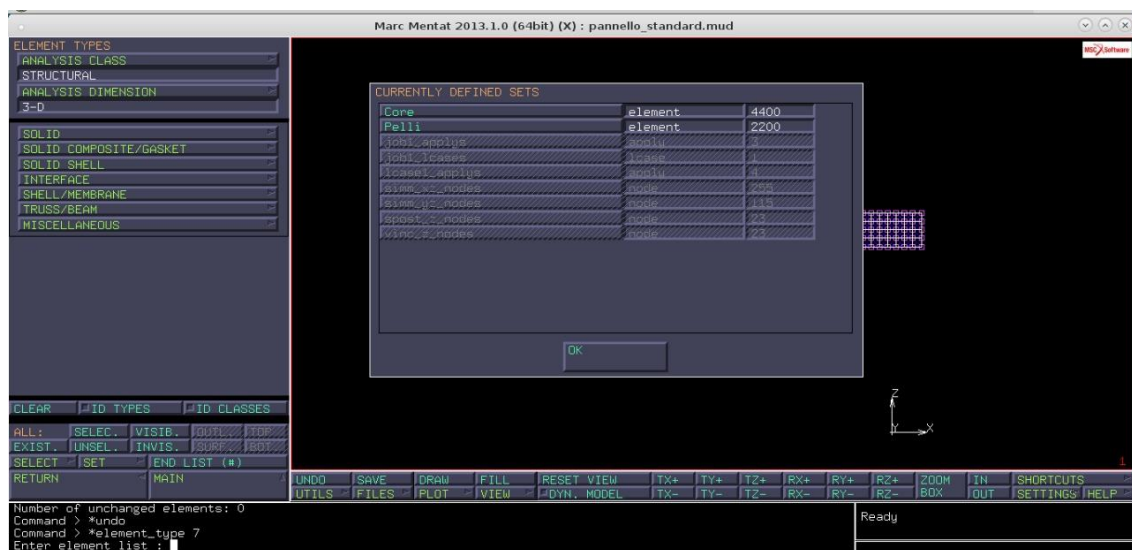


Selezioniamo dalla tabella

l'elemento 7 (perché l'incrocio fra full integration/ Hex 8).

Dopo aver dato L'OK ed essere tornati al Menu, applichiamo questa proprietà al core, quindi:

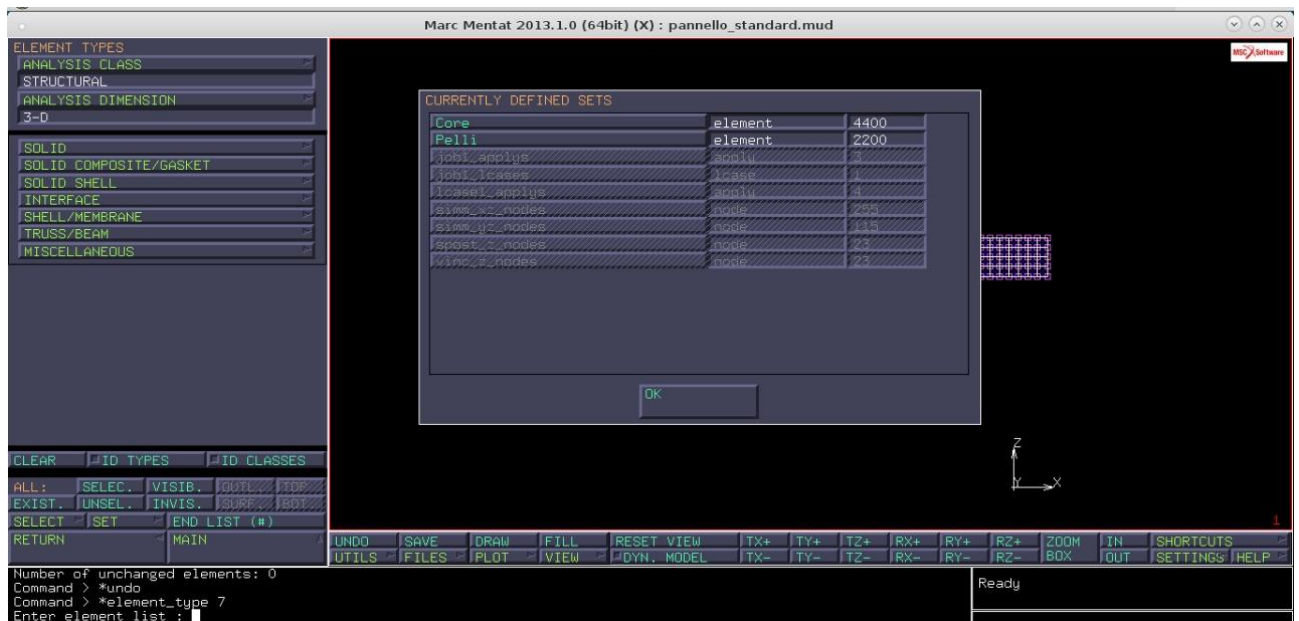
ELEMENT TYPES → SET → CORE.



Dal menu

**ELEMENT TYPES** → **SHELL/MEMBRANE** → elemento 75 (incrocio fra think shell / quad 4).

Come prima apriamo il menu set e selezioniamo questa volta lo applichiamo alle pelli:

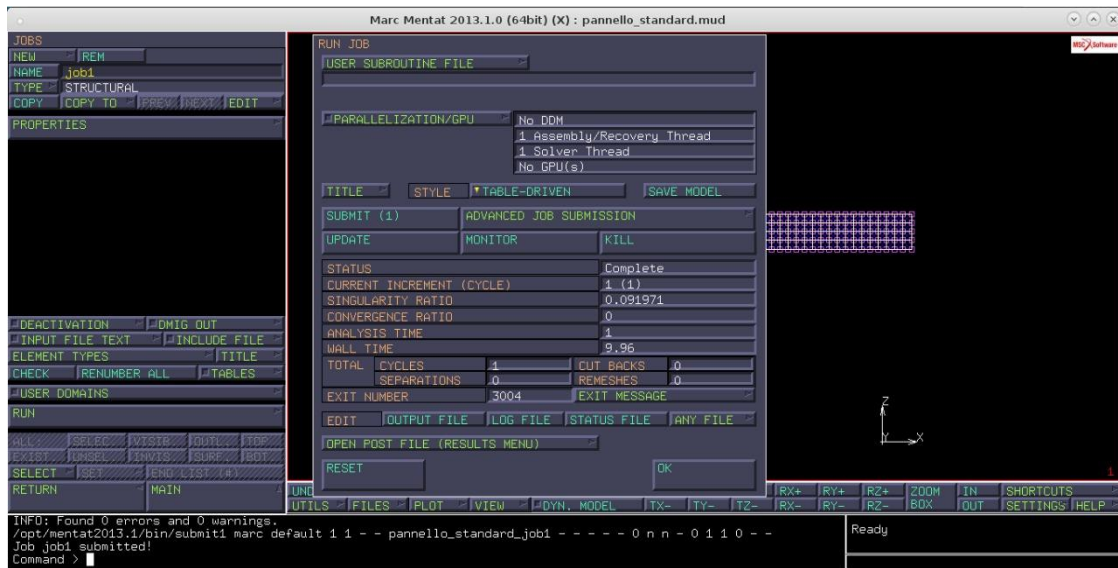


Usciamo dal Menu **ELEMENT TYPES** e tornati sul menu

**JOBS** → **CHECK**

se non ci sono errori possiamo procedere con

**RUN** → **SUBMIT** :



Se come in figura abbiamo ottenuto

**EXIT NUMBER 3004**

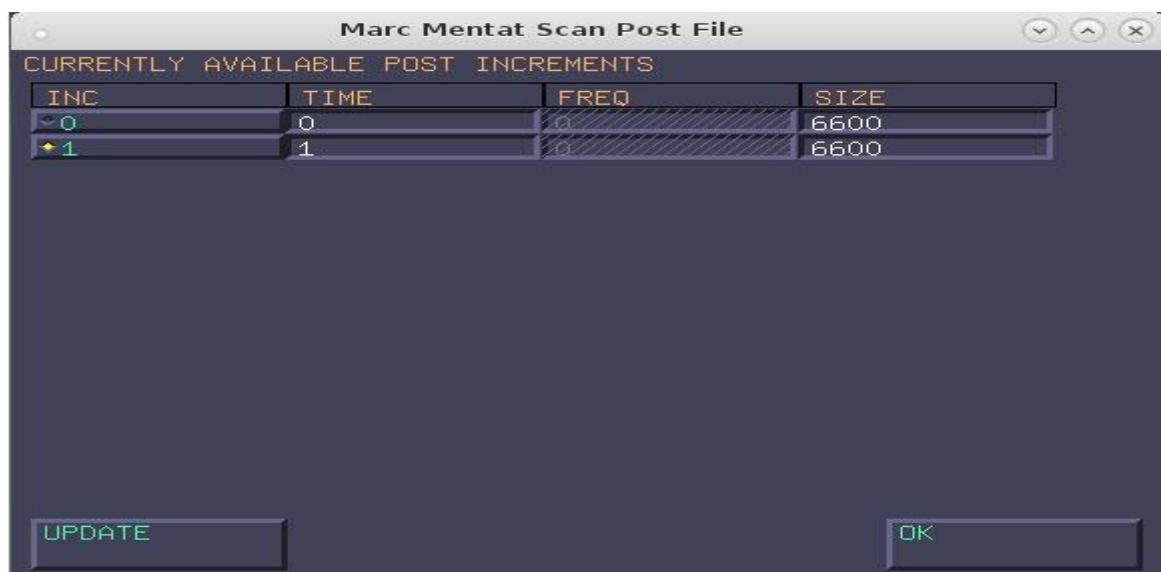
vuol dire che non ci sono labilità e la simulazione è andata a buon fine.

Possiamo passare ora all'analisi del foglio dei risultati.

→ **OPEN POST FILE (RESULTS MENU)**

Per passare dalla configurazione iniziale a quella deformata

**SCAN → INCREMENTO 1**



Dopo aver dato l'OK per avere un'idea chiara e definita, selezioniamo

**STYLE → DEFORMED & ORIGINAL**

in modo da avere nella figura sia la configurazione iniziale che la deformata.



Inoltre nel menu di scelta

**SCALAR PLOT → CONTOUR BANDS**

per vedere i risultati attraverso le fasce cromatiche.

Un risultato interessante si può vedere da

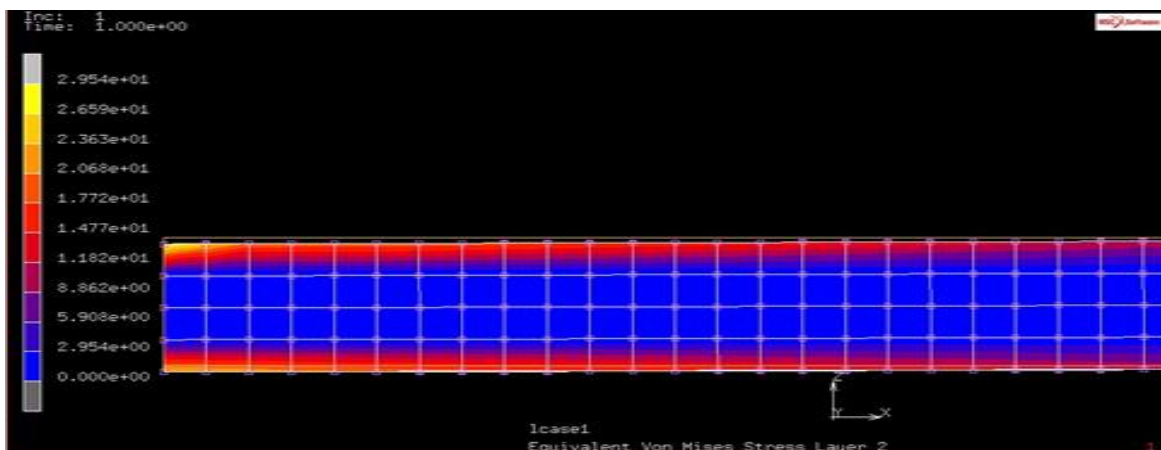
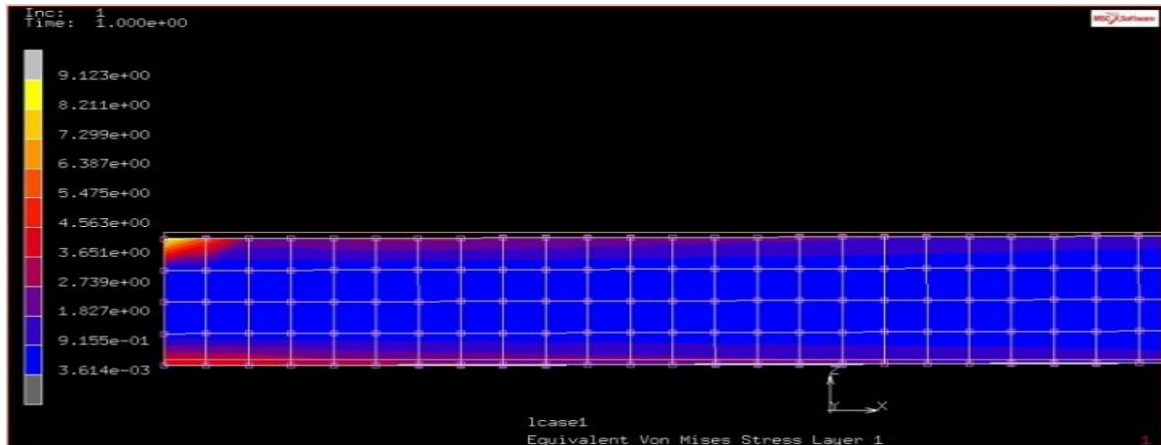
**SCALAR → EQUIVALENT VON MIESES STRESS 1**

E successivamente



**SCALAR → EQUIVALENT VON MIESES STRESS 2**

e confrontiamo le due figure:



sul layer 1 l'equivalent von mises stress massimo è all'incirca 9, mentre sul layer 2 lo stesso parametro ci restituisce un valore di all'incirca 30 questo perché quest'ultimo per il modo in cui sono orientate le fibre (ricordiamo che il core è unidirezionale) prende più carico.

Dal menu

**POSTPROCESSING RESULTS → HISTORY PLOT**

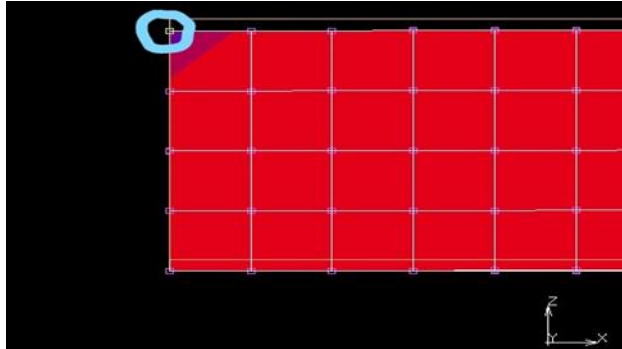
e comparirà la seguente schermata:



A questo punto premiamo

**SET LOCATION**

e seleziono tutti i nodi con la selezione manuale indicati in figura e premo



END LIST#.

Una volta fatto ciò sempre nel menu

HISTORY PLOT → ALL INCS → ADD CURVES

e si aprirà la seguente schermata:



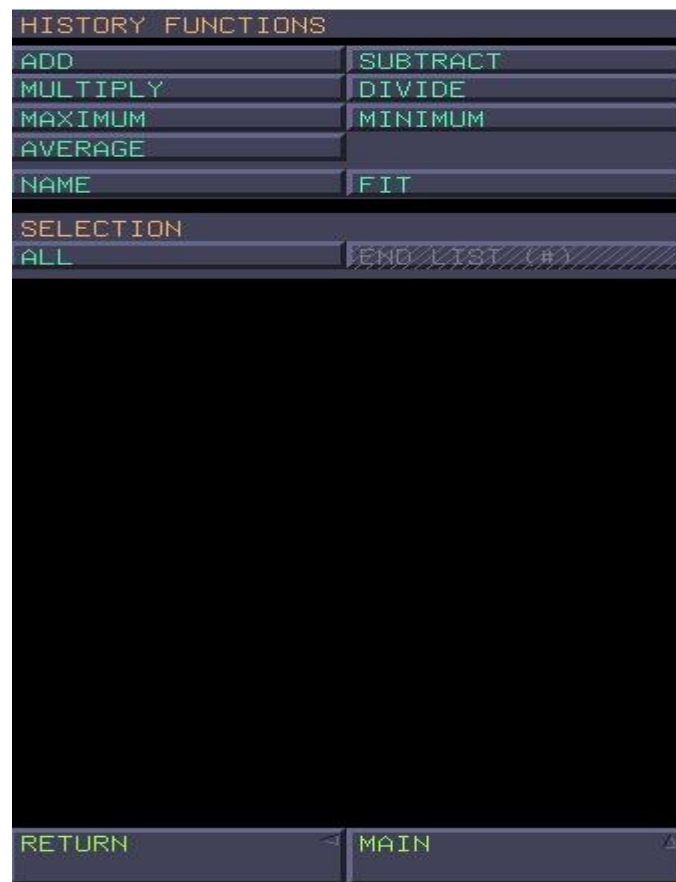
Da questo menu premiamo su **ALL LOCATION**:

Si sbloccheranno i menu

**GLOBAL VARIABLES** → **[TIMES + VARIABLES AT LOCATION ]**  
→ **REACTION FORCE Z**.

A questo punto premo su **FIT** e torno al menu

**HISTORY PLOT** → **FUNCTION**



A questo punto premiamo

**ADD** → **ALL** → **END LIST** → **FIT**.

Ed ottengo il grafico che ci dà le reazioni su Z e quindi il nostro K (incognita del problema)

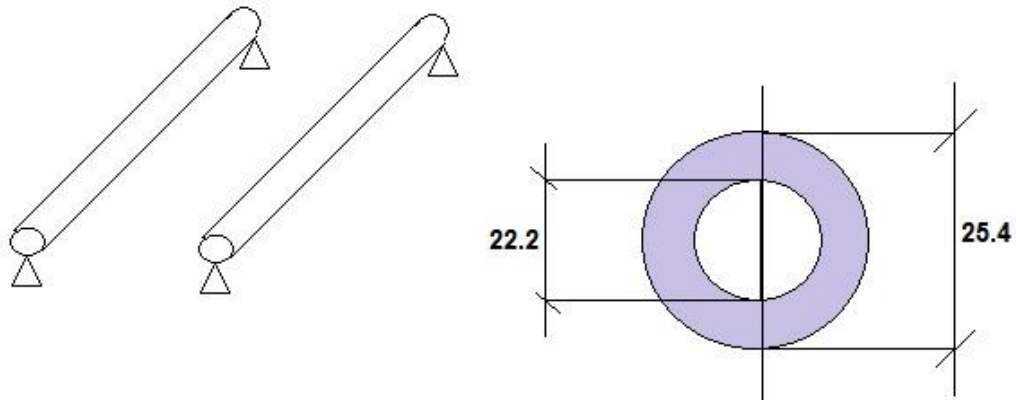


Come si evince dalla figura il valore cercato è -287,5, ricordando che ho lavorato, sfruttando le simmetrie, su un quarto del pannello, devo moltiplicare il valore trovato per 4 .

Pertanto  $K=1150$ .



## CALCOLO RIGIDEZZA DI UNA TRAVE TUBOLARE CAVA



Facciamo ora la prova di flessione su due tubi paralleli di acciaio, caricati in mezzeria per vedere l'equivalenza con la piastra.

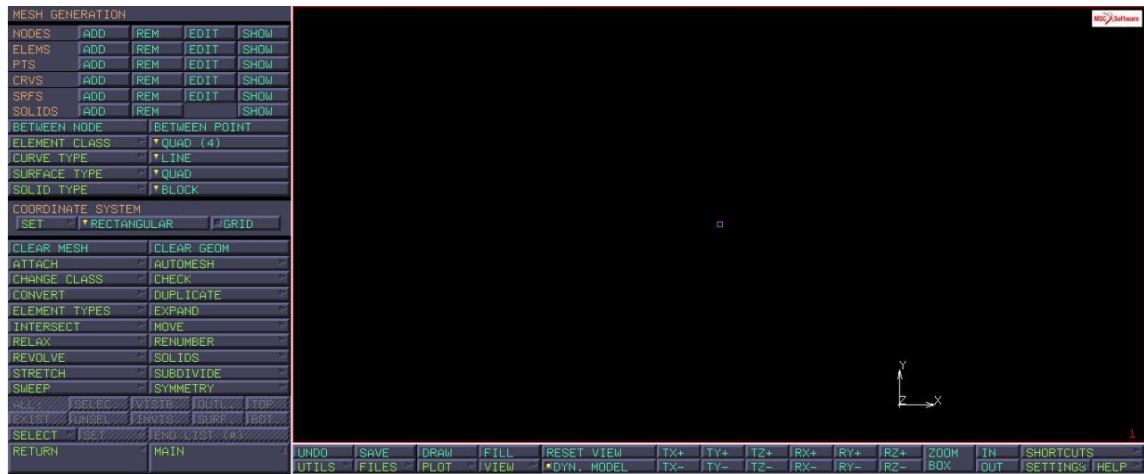
Lo spostamento imposto dalla formula SAE è di 12.7 mm ed il carico è applicato nella mezzeria. Prendendo un solo tubo, notiamo una doppia simmetria, questo mi permette di modellare solo  $\frac{1}{4}$  del tubo. Come spessore consideriamo uno spessore medio

$$t_{medio} = \frac{25.4 - 1.6}{2} = 11.9 .$$

Procediamo con la mescolatura del modello, una volta aperto un nuovo file, premere su

**MESH GENERATION → NODES ADD**

ed aggiungere le coordinate: 0, 11.9, 0.



Sempre nel menu

MESH GENERATION → EXPAND → ROTATION = 180/16; 0 ; 0 .

REPETITION = 16



Sempre da questa schermata premiamo

NODES → PREMERE SULL'UNICO NODO → END LIST,

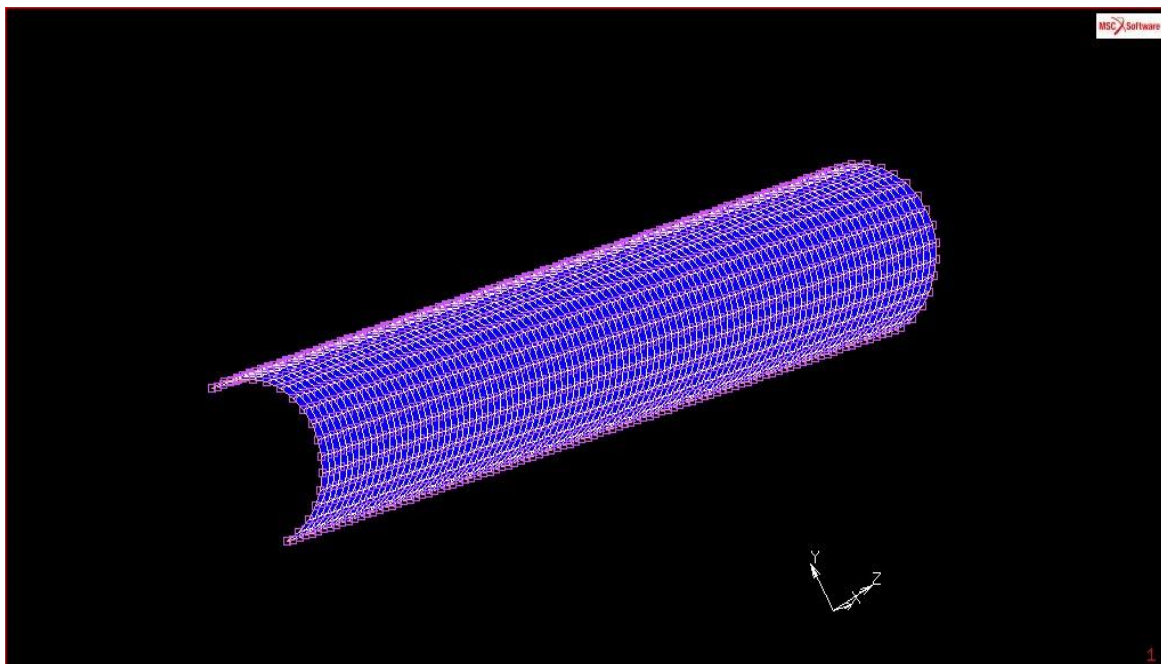
una volta fatto ciò premere sul tasto **RESET**, per resettare le voci del menu e procediamo con l'estrusione, quindi, usando il comando

EXPAND → TRASLATION = 2.5; 0; 0 .

REPETITION = 100 → ELEMENT → ALL VISIBLE.

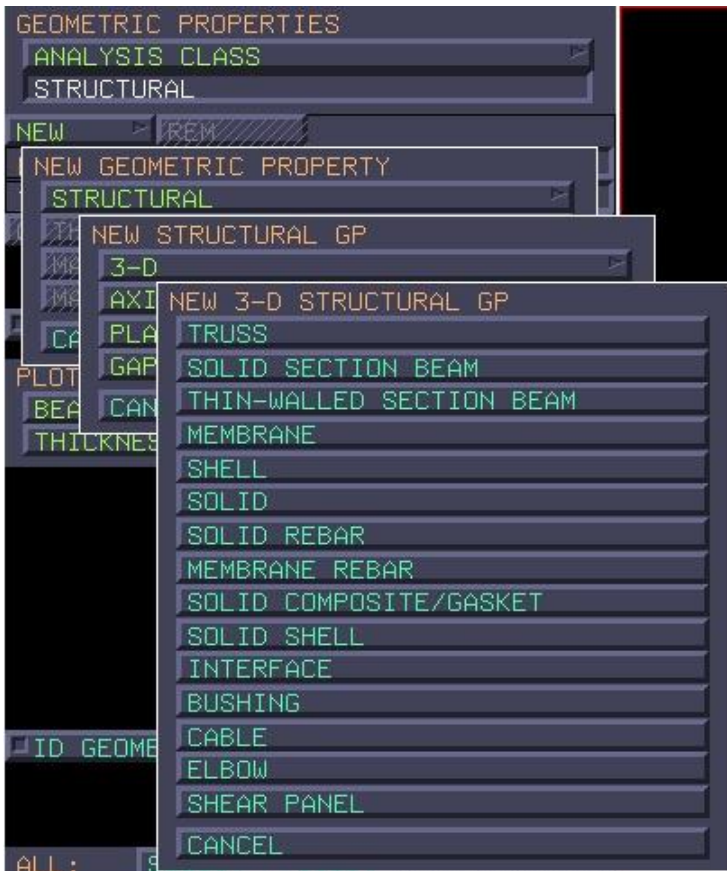


Otteniamo questo risultato:



Torniamo al

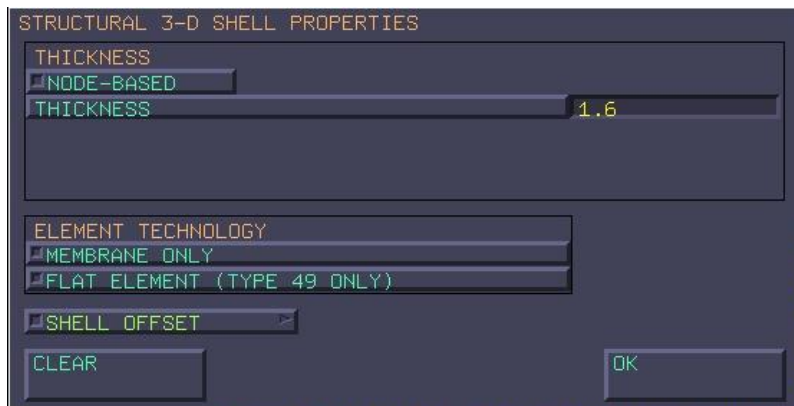
MAIN MENU → GEOMETRIC PROPRIETIS → NEW →  
STRUCTURAL → 3D → SHELL



Da questo menu premiamo su

**PROPERTIES → THICKNESS = 1.6**

come in figura:



Dopo aver premuto ok, alla voce element cliccare su

**ADD→ALL EXIST.**

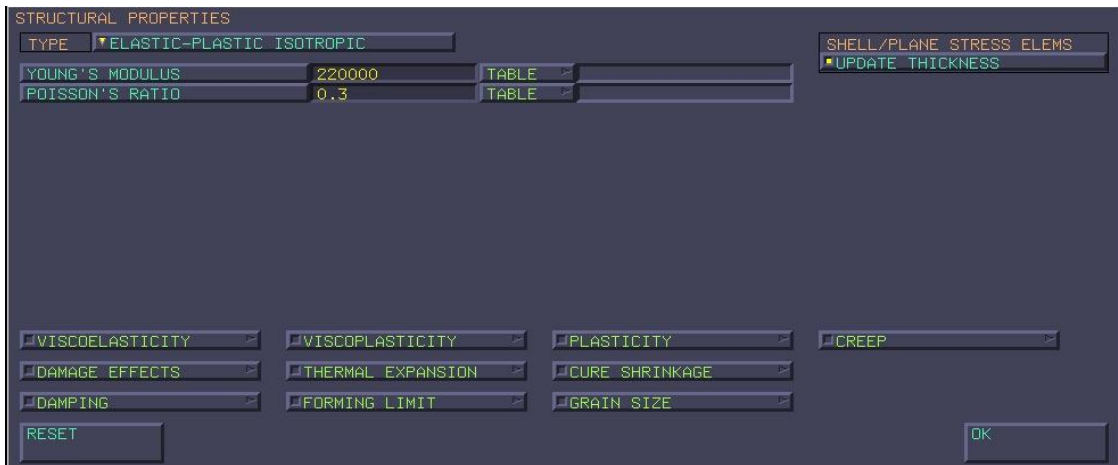
A questo punto torno al MAIN MENU per dare le proprietà al materiale, questa volta consideriamo anche le proprietà plastiche dello stesso quindi il diagramma  $\sigma$ - $\epsilon$  non è lineare.

Una volta premuto su **MATERIAL PROPERTIES** attivare l'omonima casella

**→NEW→STANDARD→STRUCTURAL**

ed impostare i parametri come in figura

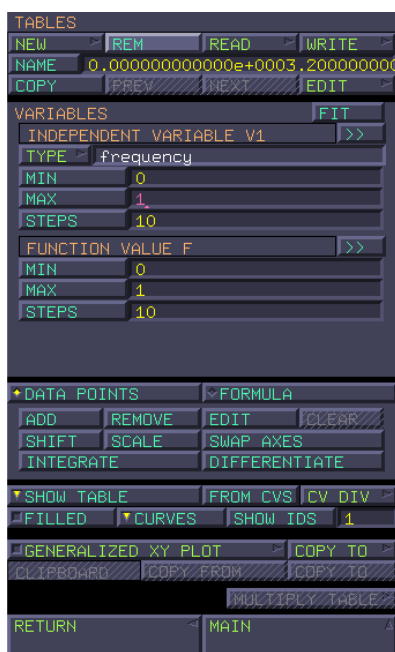




Facendo questo abbiamo impostato il tratto lineare della curva  $\sigma$ - $\epsilon$ , in quanto questo tratto è determinato una volta noto il modulo di young, ora dobbiamo impostare il tratto plastico, per fare ciò scarichiamo il documento sigma\_epsilon.txt da questo link:

[https://cdm.ing.unimo.it/files/index.php?dir=progetto\\_del\\_telaio/2017](https://cdm.ing.unimo.it/files/index.php?dir=progetto_del_telaio/2017)

questo documento contiene una tabella che ci permette di descrivere il tratto non lineare della curva  $\sigma$ - $\epsilon$ .



Dal menu

**MATERIAL**

**PROPERTIES → TABLES → READ → RAW**

e poi caricare sigma\_epsilon.txt ed una volta premuto ok cambiare la variabile indipendente cliccando su

**TYPE → INDEPENDENT VARIABLE → v1**

e passare da

**FREQUENCY → EQ\_PLASTIC\_STRAIN,**

premere ok e tornare a

**MATERIAL PROPERTIES.**

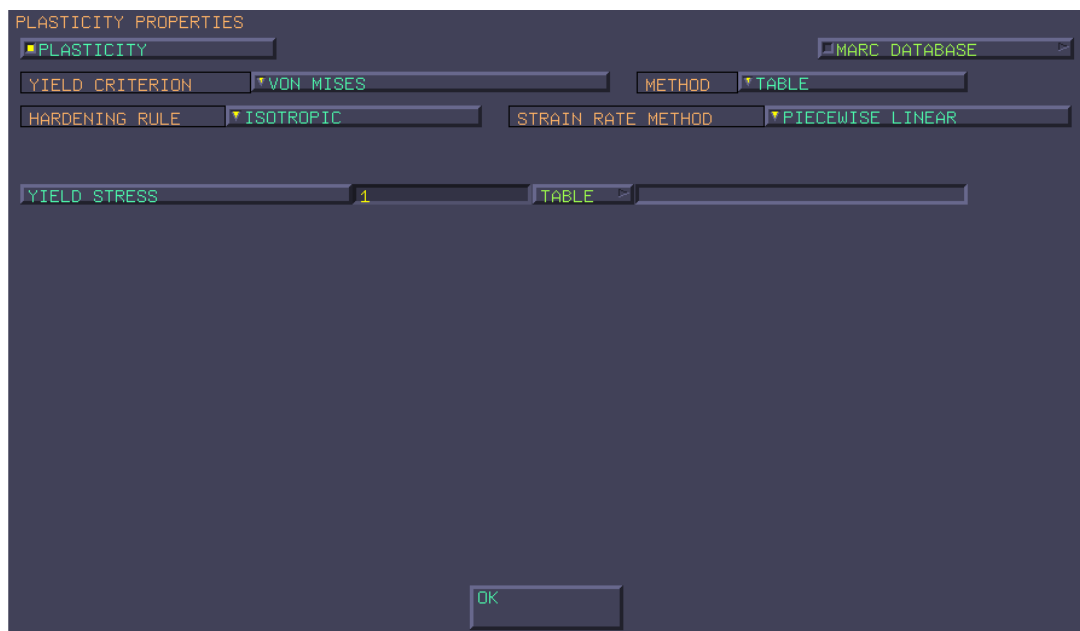
Dal menu

**MATERIAL PROPERTIES → STRUCTURAL → PLASTICITY**

qui impostare

**YIELD STRESS = 1,**

in quanto, questo è il valore che verrà moltiplicato con la funzione della nostra table, fatto ciò carichiamo la table creata prima, cliccando sulla voce **TABLE.**



Tornati nuovamente al

**MATERIAL PROPERTIES → SHOW TABLE → SHOW MODEL**

per tornare a vede il modello sul nostro display fatto ciò aggiungiamo questa proprietà del materiale a tutti gli elementi quindi

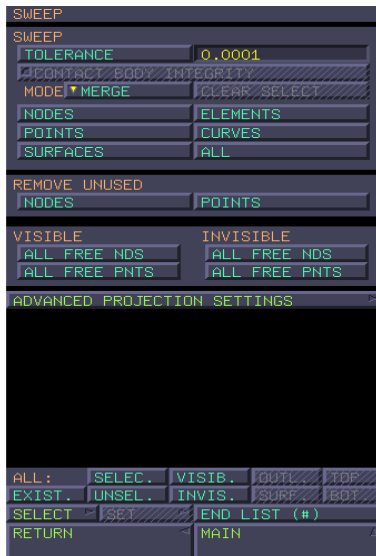
**ELEMENT → ADD → ALL → EXIST.**

Col comando expand fatto precedentemente abbiamo potuto replicare qualche nodo, quindi, per eliminare questa condizione andiamo dal

MAIN MENU → MESH GENERATION → SWEEP → TOLLERANCE = 0.0001

quindi premere

ALL → EXIST.



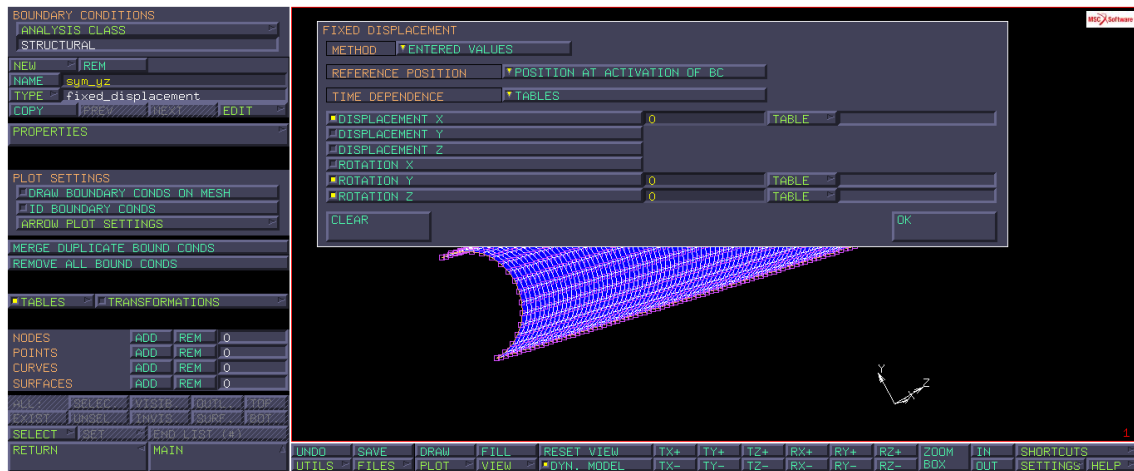
Iniziamo ad impostare le boundary condiction, quindi ,

MAINMANU → BOUNDARY CONDICTION → NEW → STRUCTURAL → FIXED DISPLECEMENT

la prima che impostiamo è quella che riguarda la simmetria sul piano yz quindi impostiamo come

name: simm\_yz

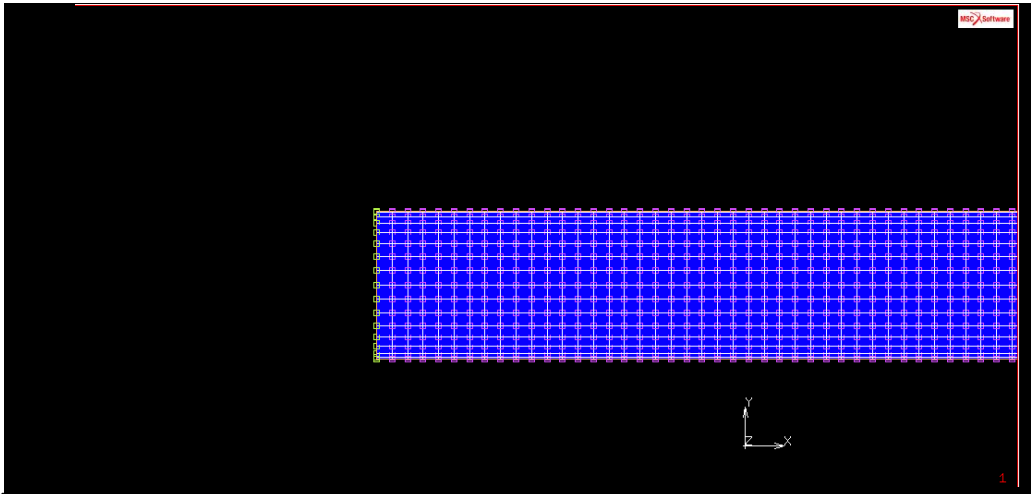
e a properties i parametri come in figura:



Quindi a questo punto aggiungiamo i nodi a cui interessa questa boundary condition,

**NODES→ADD**

e selezioniamo i nodi come in figura:



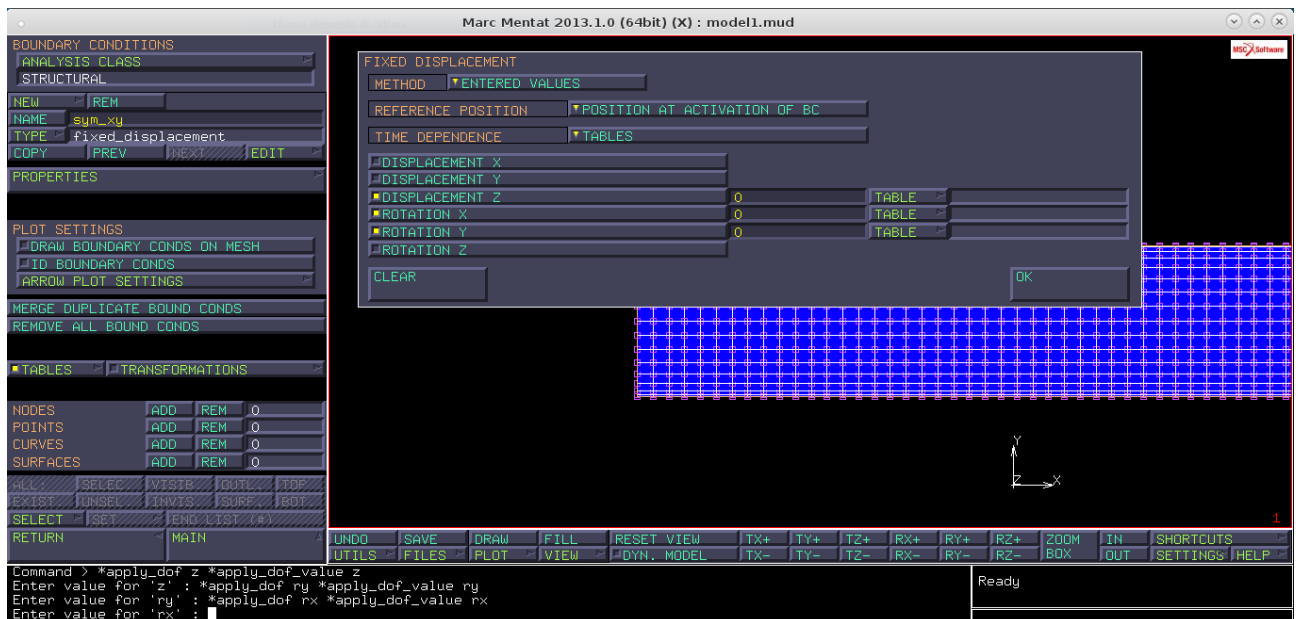
Creiamo adesso una nuova boundary condition, quindi,

**NEW → STRUCTURAL → FIXED DISPLECEMENT**

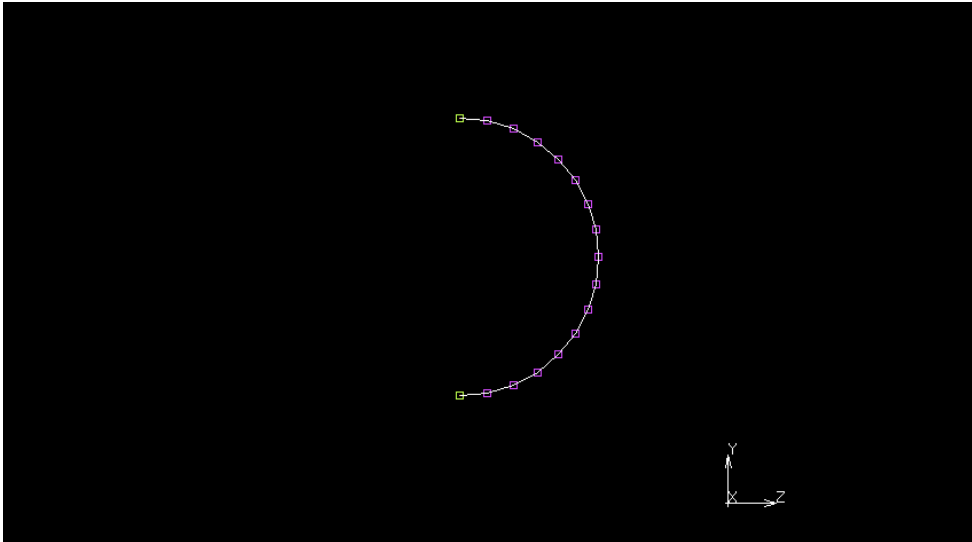
questa riguarderà la simmetria xy, quindi

name: **simm\_xy**

e le properties come in figura:



**NODES → ADD**



Devo risultare 202 nodi, se ciò non accade provare a ripetere l'operazione diminuendo lo zoom.

Ora dobbiamo inserire il vincolo che è posizionato a una distanza di 225 nel nostro caso è l'undicesimo nodo partendo da destra, per controllare, nel menu

**SHORTCUTS → DISTANCE**

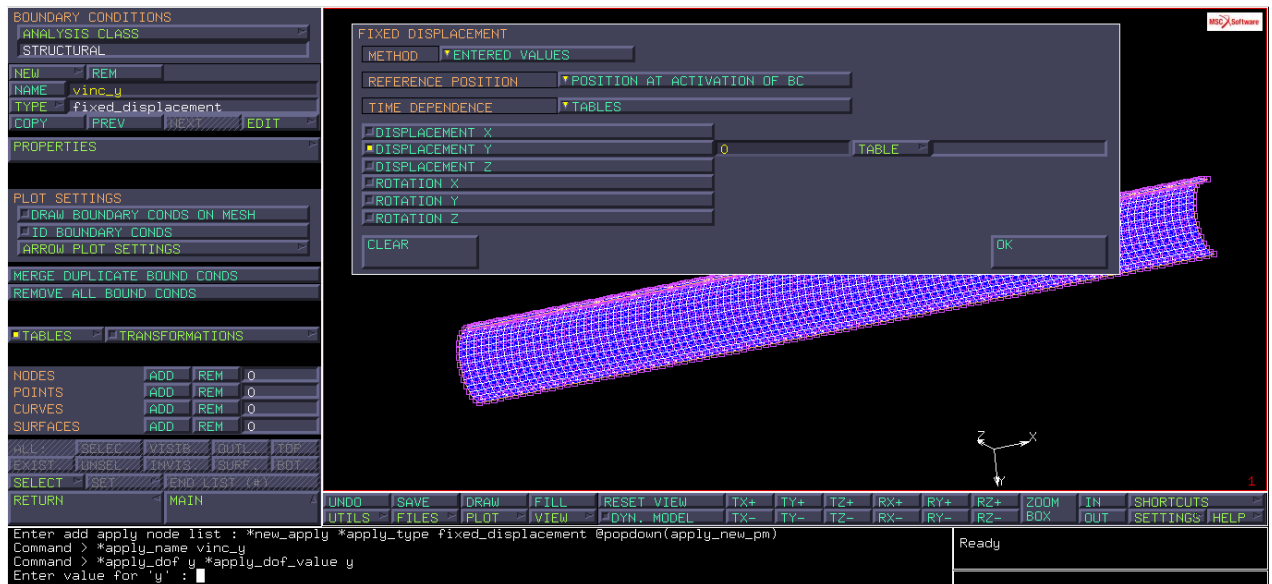
e selezionare i due nodi tra i quali si vuole controllare le distanze.

Per posizionare il vincolo

**BOUNDARY CONDITION → NEW → STRUCTURAL → FIXED  
DISPLACEMENT,**

lo chiamiamo vinc\_y e inseriamo i parametri come in figura





Applichiamo questa boudary condiction al nodo che si trova alla distanza 225, quindi,

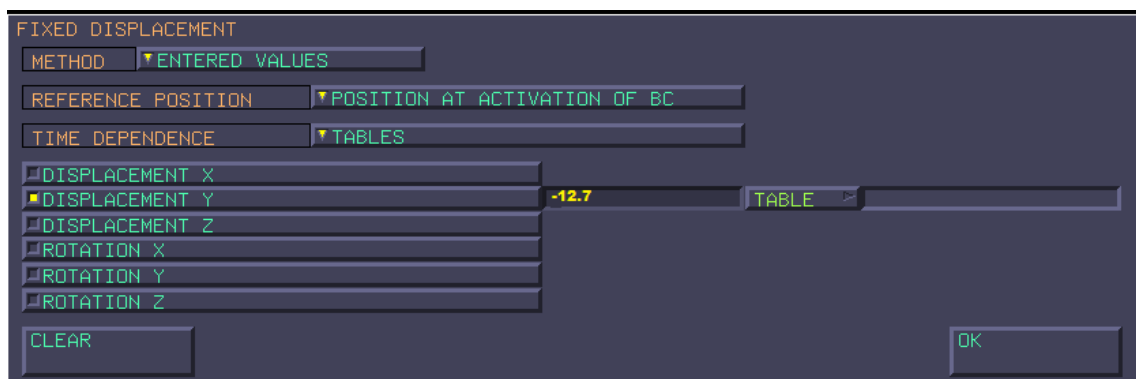
**NODES→ADD**

e selezioniamo l'undicesimo nodo da destra.

Come da regolamento dobbiamo ora imporre uno spostamento in mezzeria di -12.7, quindi, come al solito,

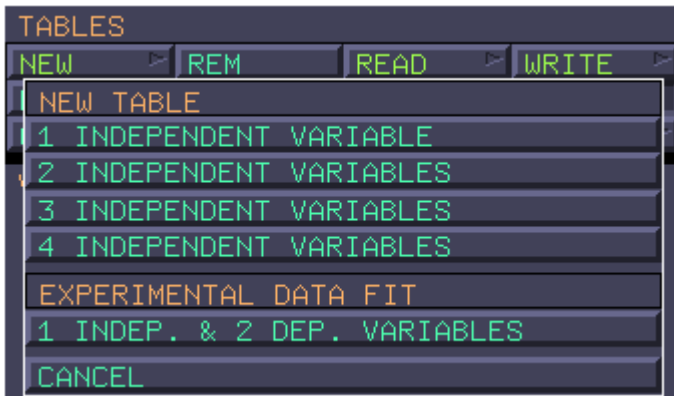
**BAUDARY CONDICTION→ NEW→ STRUCTURAL→ FIXED DISPLECEMENT,**

lo chiamiamo spost\_y e inseriamo le proprietà come in figura



dobbiamo considerare che la struttura viene caricata gradualmente per fare ciò dal menu

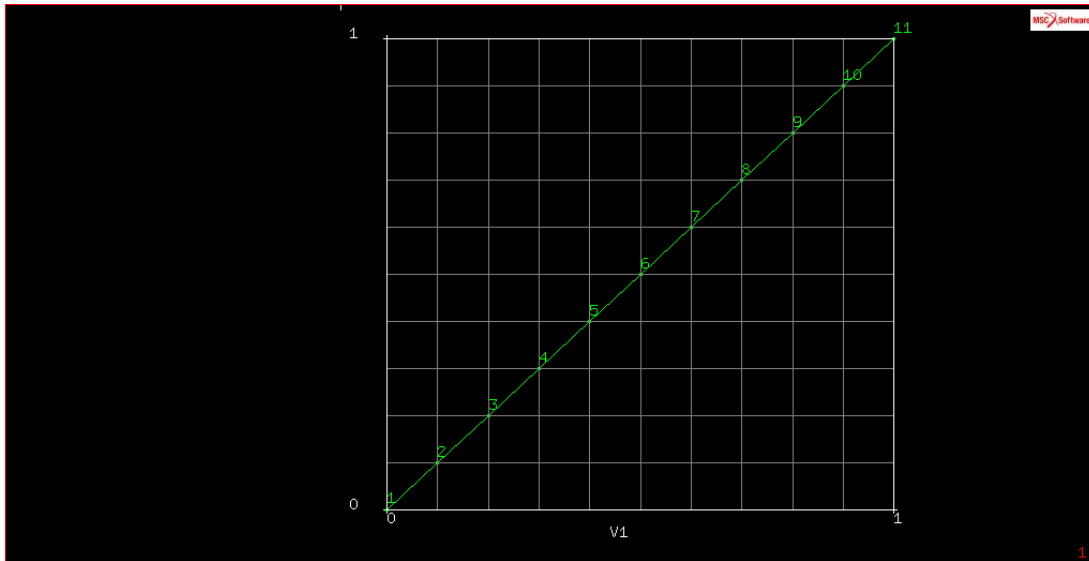
**TABLES→NEW→1 INDIPENDENT VARIABLE**



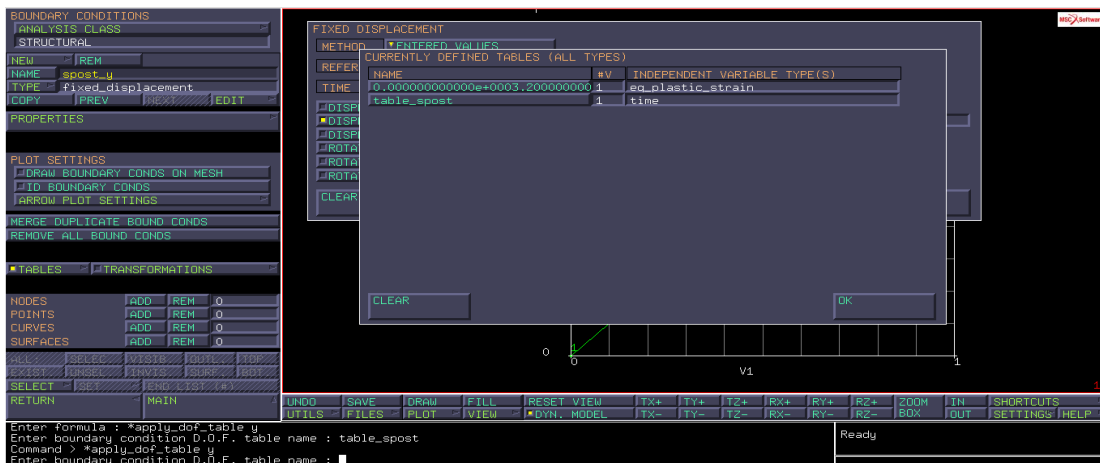
Lo chiamiamo table\_spst, poi impostiamo come independent variables types scelgo: **TIME**.



Una volta premuto ok, selezionare **FORMULA: V1**



poi una volta tornati alla boundary condition: spost\_y, andare a PROPERTIES e alla voce table scegliamo la tabella appena creata



Ora per visualizzare il modello,

**TABLES → SHOW MODEL,**

fatto ciò associamo un nodo a questa boundary condition, quindi,

**NODES → ADD**

e selezioniamo il nodo in alto a sinistra, come in figura.

