

*ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN*  
**TIPOLOGIE DI ANALISI**

Prof. Ing. Flora Faleschini  
Ing. Klajdi Toska

VMSSE 2023/2024

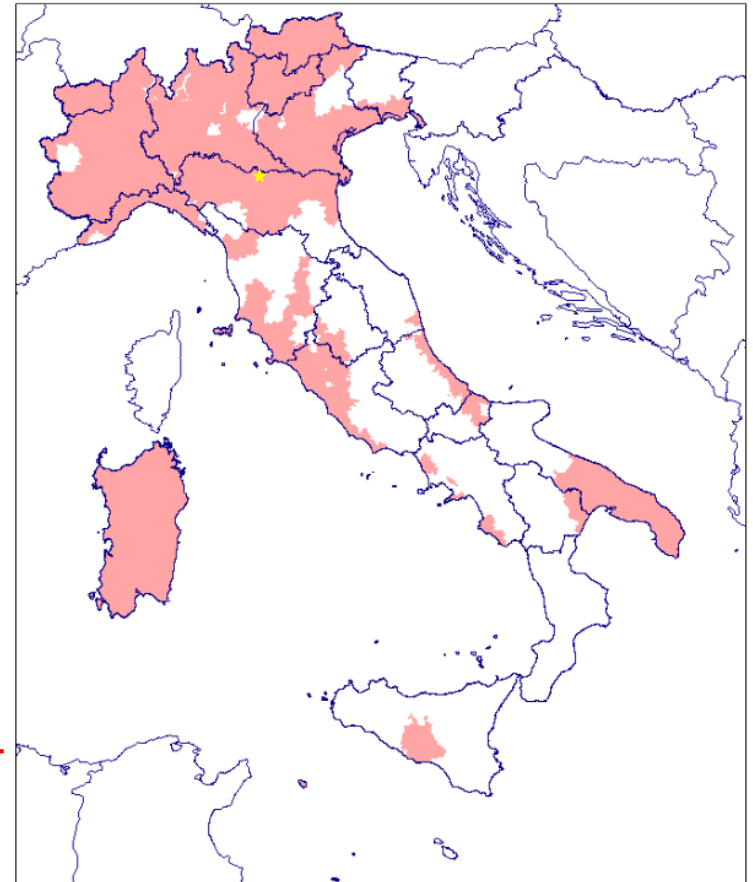
# TIPOLOGIE DI ANALISI STRUTTURALI

## *PROGETTO SIMULATO*

La classificazione sismica del territorio, così come le norme tecniche per le costruzioni, sono sempre state in evoluzione continua fino ai giorni d'oggi.

Codice ISTAT 2001	Denominazione	Categoria secondo la classificazione precedente (decreti fino al 1984)	Categoria secondo la proposta del GdL (1998)	Zona ai sensi del presente documento (2003)
08036007	Castelnuovo Rangone	N.C.	III	3
08036008	Castelvetro di Modena	N.C.	II	2
08036009	Cavezzo	N.C.	III	3
08036010	Concordia sulla Secchia	N.C.	III	3
08036011	Fanano	N.C.	III	3
08036012	Finale Emilia	N.C.	III	3
08036013	Fiorano Modenese	N.C.	II	2
08036014	Fiumalbo	N.C.	III	3
08036015	Formigine	N.C.	II	2
08036016	Frassinoro	II	III	2
08036017	Guiglia	N.C.	III	3
08036018	Lama Mocogno	N.C.	III	3
08036019	Maranello	N.C.	II	2
08036020	Marano sul Panaro	N.C.	III	3
08036021	Medolla	N.C.	III	3
08036022	Mirandola	N.C.	III	3
08036023	Modena	N.C.	III	3
08036024	Montecreto	N.C.	III	3
08036025	Montefiorino	N.C.	III	3

Per i comuni non classificati come sismici:  
**Verifica per solo carichi gravitazionali**



Comuni classificati sismici per la prima volta nel 2003.

# TIPOLOGIE DI ANALISI STRUTTURALI

## *PROGETTO SIMULATO*

Ricostruiamo quindi il caso di una struttura a telaio, realizzata prima delle attuali norme tecniche, tramite un “progetto simulato”.

*Anche se il metodo agli stati limite fu introdotto almeno dalle norme tecniche del 1976 si è continuato a usare il metodo alle tensioni ammissibili fino alle NTC08.*

Caratteristiche geometriche della struttura:

Altezza interpiano : 3.2m

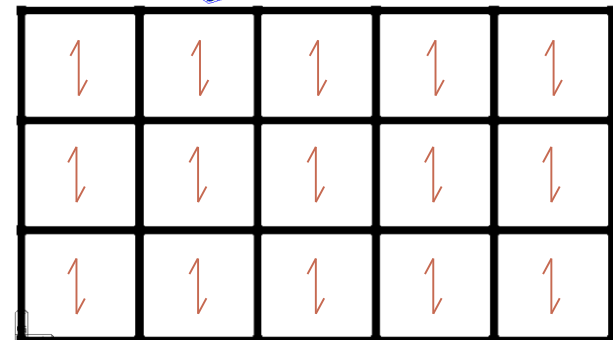
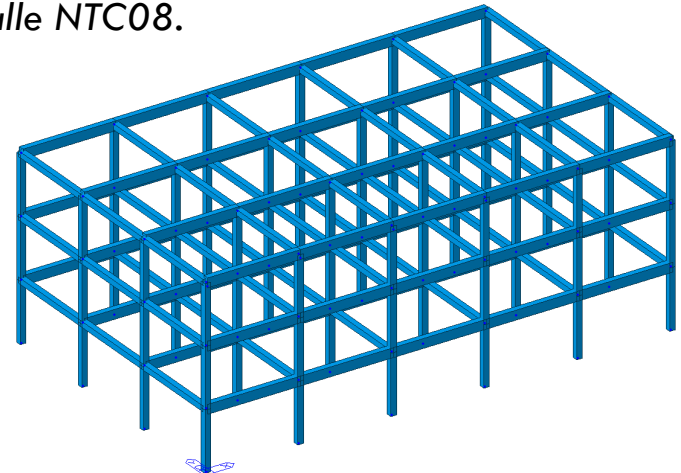
Campate di 5 metri in entrambe le direzioni.

Pilastri con sezioni 30x30 cm

Travi nella direzione longitudinale (x)  
30x50 cm

Travi perimetrali 30x50 cm

E travi secondarie nella direzione trasversale (y) 30x30 cm



# TIPOLOGIE DI ANALISI STRUTTURALI

## *PROGETTO SIMULATO*

Ricostruiamo quindi il caso di una struttura a telaio, realizzata prima delle attuali norme tecniche, tramite un “progetto simulato”.

*Anche se il metodo agli stati limite fu introdotto almeno dalle norme tecniche del 1976 si è continuato a usare il metodo alle tensioni ammissibili fino alle NTC08.*

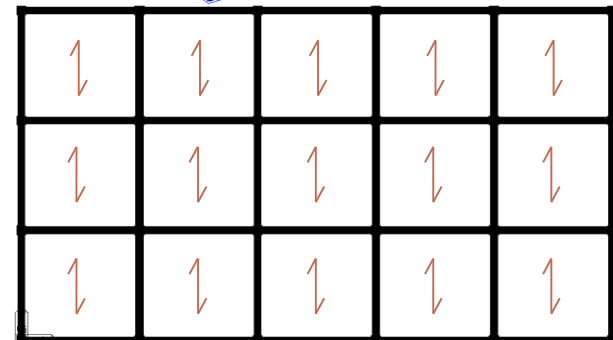
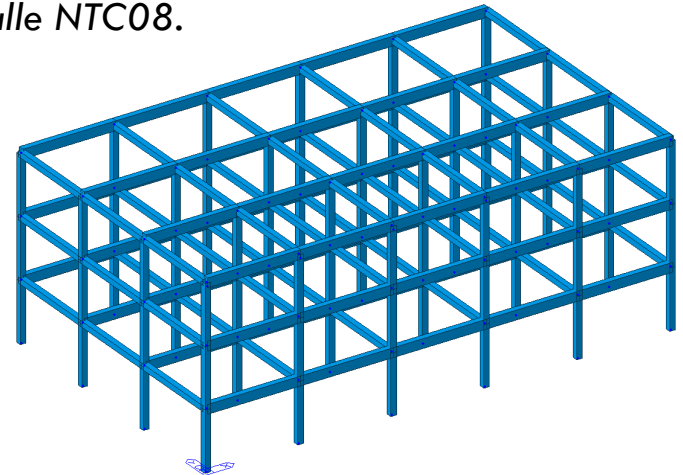
### Carichi su superficie:

Elemento	Piano tipo	Copertura	Tipo
Solaio	2.7 kN/m <sup>2</sup>	2.7 kN/m <sup>2</sup>	G <sub>1</sub>
Pacchetto arch.	2.0 kN/m <sup>2</sup>	1.5 kN/m <sup>2</sup>	G <sub>2</sub>
Divisori	1.6 kN/m <sup>2</sup>	0.0 kN/m <sup>2</sup>	G <sub>2</sub>
Esercizio	2.0 kN/m <sup>2</sup>	0.5 kN/m <sup>2</sup>	Q <sub>k</sub>
Neve	0.0 kN/m <sup>2</sup>	1.2 kN/m <sup>2</sup>	Q <sub>sk</sub>

### Carichi lineari:

Tamponamento	8.0 kN/m	G <sub>2</sub>
--------------	----------	----------------

**Per semplicità in questo momento non consideriamo la presenza di scale o ascensori.**



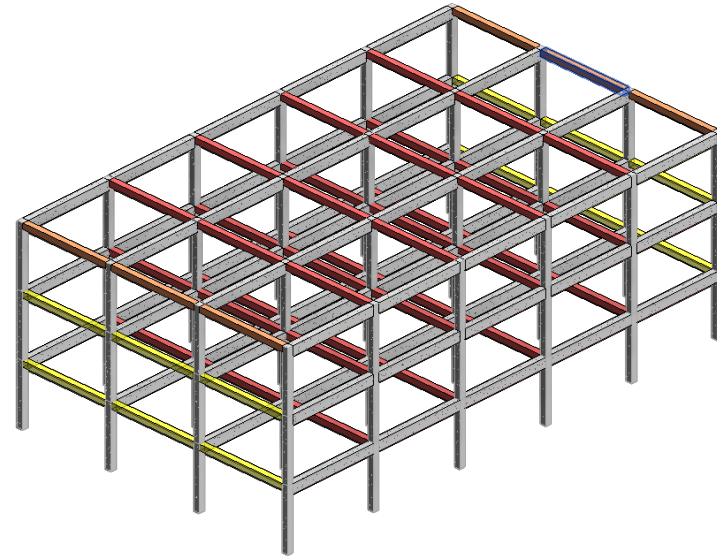


# TIPOLOGIE DI ANALISI STRUTTURALI

## *PROGETTO SIMULATO*

Quanti “casi” diversi da dimensionare?

- 1 Travi interne principali (piano 1 e 2)
- 2 Travi interne principali in copertura
- 3 Travi esterne principali (piano 1 e 2)
- 4 Travi esterne principali in copertura
- 5 Travi interne secondarie
- 6 Travi esterne secondarie (piano 1 e 2)
- 7 Travi esterne secondarie in copertura



### Caratteristiche dei materiali e tensioni ammissibili (DM92)

Calcestruzzo classe C25/30

$$\bar{\sigma}_c = 6 + \frac{R_{ck} - 15}{4} \text{ (N/mm}^2\text{)} = 9.75 \text{ N/mm}^2$$

$$\bar{\tau}_{c0} = 0,4 + \frac{R_{ck} - 15}{75} \text{ (N/mm}^2\text{)} = 0.60 \text{ N/mm}^2$$

$$\bar{\tau}_{c1} = 1,4 + \frac{R_{ck} - 15}{35} \text{ (N/mm}^2\text{)} = 1.83 \text{ N/mm}^2$$

Acciaio Fe B 440 k

$$\bar{\sigma}_s = 255 \text{ N/mm}^2$$

**n=15**

# TIPOLOGIE DI ANALISI STRUTTURALI

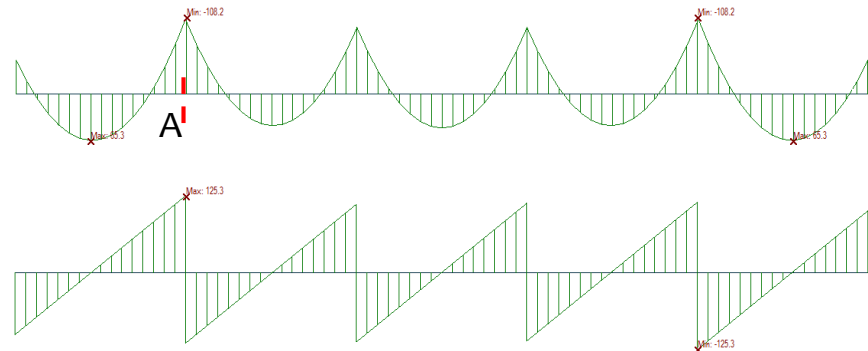
## PROGETTO SIMULATO

1 – Travata principale interna:

$$M_{Ed,max} = 65.3 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,min} = -108.2 \text{ kNm}$$

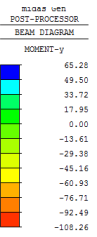
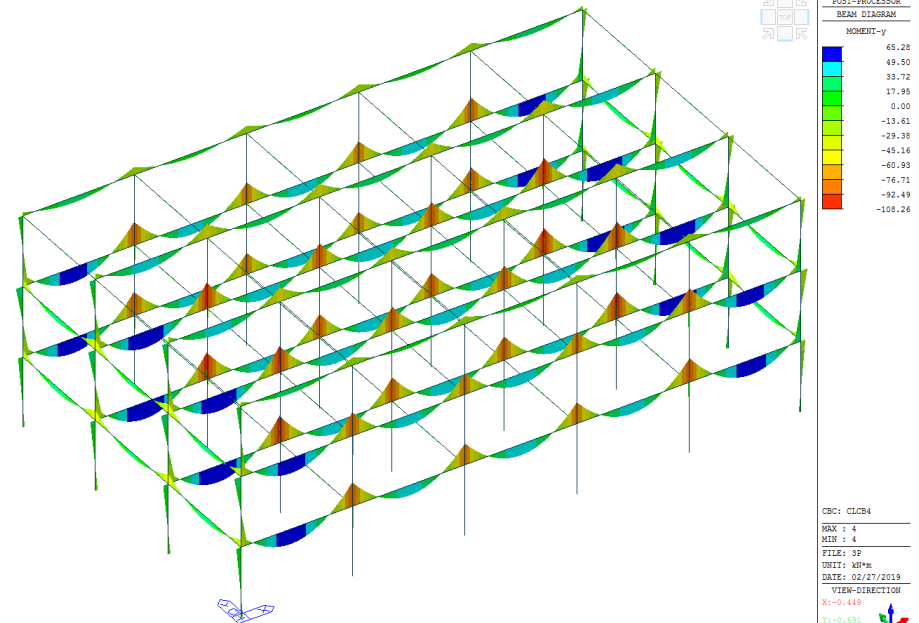
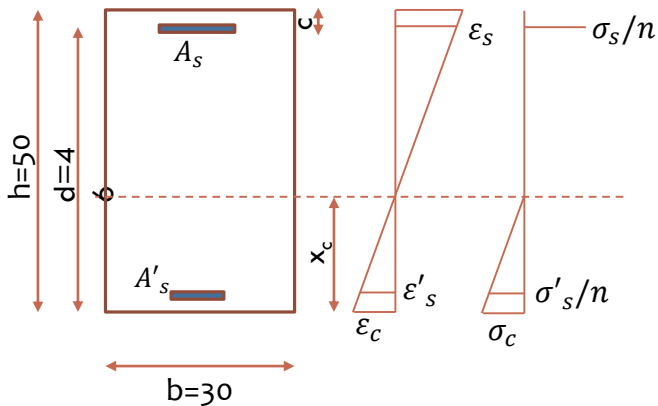
$$V_{Ed,max} = 125.3 \text{ kN}$$



M

T

Sezione A:



CBC: CLC84  
 MAX : 4  
 MIN : 4  
 FILE: 3P  
 UNIT: kN/m  
 DATE: 02/27/2019  
 VIEW-DIRECTION  
 X1: 0.045  
 Y1: 0.691  
 Z1: 0.547

# TIPOLOGIE DI ANALISI STRUTTURALI

## PROGETTO SIMULATO

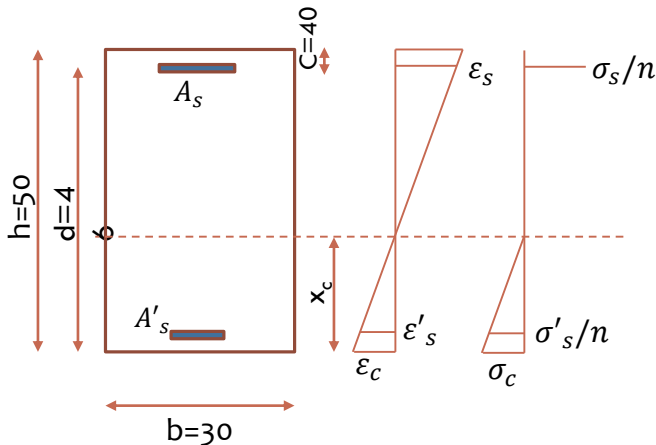
1 – Travata principale interna:

$$M_{Ed,max} = 65.3 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,min} = -108.2 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed,max} = 125.3 \text{ kN}$$

Sezione A:



**Flessione:**

Posizione dell'asse neutro (rispetto al quale si annullano i momenti statici della sezione reagente):

$$bx_c \frac{x_c}{2} + nA'_s(x_c - c) = nA_s(d - x_c)$$

$$x_c = \frac{n(A_s + A'_s)}{b} \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2b(A_s d + A'_s c)}{n(A_s + A'_s)^2}} \right)$$

$$J_{c,i} = \frac{bx_c^3}{3} + nA'_s(x_c - c)^2 + nA_s(d - x_c)^2$$

Le tensioni nella sezione risultando (Navier):

$$\sigma_c = \frac{M}{J_{c,i}} x_c \quad \sigma_s = n \frac{M}{J_{c,i}} (d - x_c) \quad \sigma'_s = n \frac{M}{J_{c,i}} (x_c - c)$$

Se ipotizziamo armatura semplice a flessione ( $A'_s = 0$ ):

$$x_c = \frac{nA_s}{b} \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2bd}{nA_s}} \right)$$

$$\sigma_c = \frac{2M}{bx_c(d - \frac{x_c}{3})} \quad \sigma_s = \frac{M}{A_s(d - \frac{x_c}{3})}$$

# TIPOLOGIE DI ANALISI STRUTTURALI

## PROGETTO SIMULATO

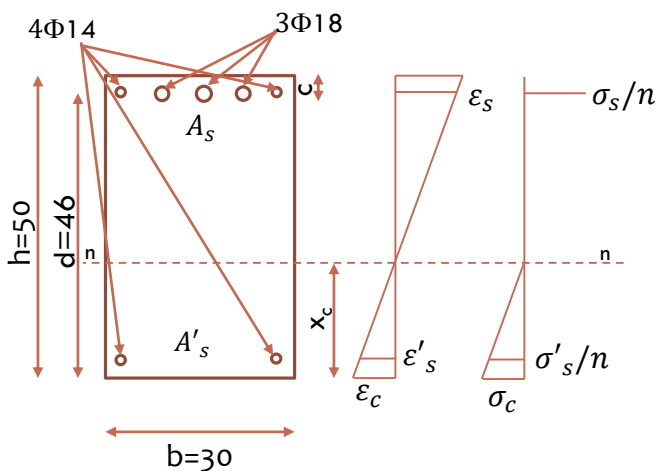
1 – Travata principale interna:

$$M_{Ed,max} = 65.3 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,min} = -108.2 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed,max} = 125.3 \text{ kN}$$

**Sezione A:**



**Flessione:**

$$A_s = 1071 \text{ mm}^2$$

$$A'_s = 307 \text{ mm}^2$$

$$x_c = \frac{n(A_s + A'_s)}{b} \left( -1 + \sqrt{1 + \frac{2b(A_s d + A'_s c)}{n(A_s + A'_s)^2}} \right) = 166.1 \text{ mm}$$

$$J_{c,i} = \frac{bx_c^3}{3} + nA'_s(x_c - c)^2 + nA_s(d - x_c)^2 = 1.92 \times 10^9 \text{ mm}^4$$

$$\sigma_c = \frac{M}{J_{c,i}} x_c = 9.36 \text{ N/mm}^2 < \bar{\sigma}_c = 9.75 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = n \frac{M}{J_{c,i}} (h - x_c) = 248.5 \text{ N/mm}^2 < \bar{\sigma}_s = 255 \text{ N/mm}^2$$

# TIPOLOGIE DI ANALISI STRUTTURALI

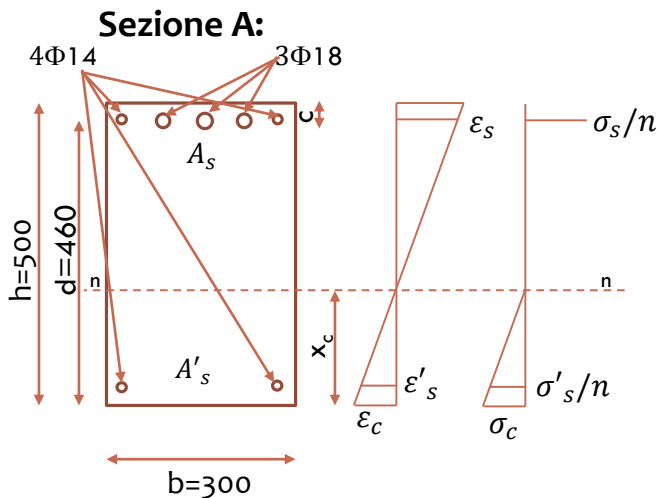
## PROGETTO SIMULATO

1 – Travata principale interna:

$$M_{Ed,max} = 65.3 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,min} = -108.2 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed,max} = 125.3 \text{ kN}$$



**TAGLIO:**

- Resistenza della trave non armata a taglio:  
Non è necessaria armatura a taglio se  $\tau < \tau_{c0}$ , quindi il taglio al di sotto del quale non è necessaria armatura a taglio è:

$$V_{c0} = 0.9\tau_{c0}bd = 74.5 \text{ kN}$$

$V_{Ed} > V_{c0} \Rightarrow$  è richiesta specifica armatura taglio!

- La resistenza del calcestruzzo armato a taglio viene valutata convenzionalmente col confronto  $\tau < \tau_{c1}$

$$V_{c1} = 0.9\tau_{c1}bd = 227 \text{ kN}$$

- La resistenza dell'armature (staffe Φ8, 2 bracci) :

$$V_{st} = \frac{A_{st}}{s} 0.9d\bar{\sigma}_s$$

$$s = \frac{A_{st}}{V_{st}} 0.9d\bar{\sigma}_s = 84 \text{ mm} \cong 80 \text{ mm}$$

# TIPOLOGIE DI ANALISI STRUTTURALI

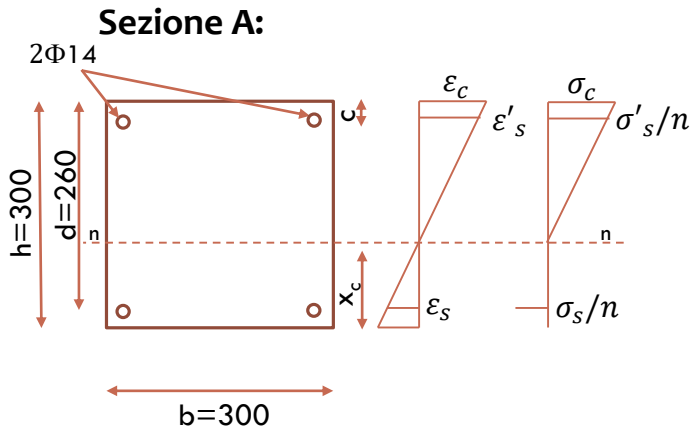
## PROGETTO SIMULATO

1 – Pilastro esterno (piano 1 con M massimo):

$$M_{Ed} = 27.9 \text{ kNm}$$

$$N_{Ed} = 282 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 17.5 \text{ kN}$$



**Verifica:**

$$x_c = 192.5 \text{ mm}$$

$$\sigma_c = 9.12 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \bar{\sigma}_c = 9.75 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_s = 47.9 \text{ N/mm}^2 < \bar{\sigma}_s = 255 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{c0} = 42.2 \text{ kN} > V_{Ed} = 17.5 \text{ kN}$$

Non è richiesta specifica armatura taglio!

Staffe  $\Phi 8$ , 2 bracci, passo 20 cm

- Per i pilastri calcolati a compressione semplice la tensione ammissibile assume il valore ridotto:

$$\bar{\bar{\sigma}}_c = 0.7 \bar{\sigma}_c = 6.82 \text{ N/mm}^2$$

$$N_{max} = 640 \text{ kN}$$

$$\sigma_c = 6.4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} < \bar{\bar{\sigma}}_c = 0.7 \bar{\sigma}_c = 6.82 \text{ N/mm}^2$$

# TIPOLOGIE DI ANALISI STRUTTURALI

## *METODI DI ANALISI*

In generale i metodi di analisi per il calcolo della risposta strutturale all'azione sismica sono:

- Analisi statica lineare
- Analisi dinamica lineare
- Analisi statica non lineare
- Analisi dinamica non lineare

I metodi lineari prevedono l'esecuzione di un'analisi elastica e il conseguente calcolo delle deformazioni e delle sollecitazioni in ogni elemento. Per tenere conto degli effetti di non linearità sono corrette con opportuni coefficienti e confrontate poi, per la verifica, con valori limite corrispondenti al tipo di elemento e al livello di prestazione richiesta. I risultati dei metodi lineari si discostano da quelli reali se il comportamento della struttura si discosta da quello elastico (es. strutture irregolari, edifici alti, etc.).

I metodi non lineari implicano analisi dinamiche al passo o statiche (pushover). Le analisi dinamiche al passo prevedono l'integrazione diretta dell'equazione del moto mentre le statiche non lineari prevedono l'applicazione alla struttura di forze orizzontali monotone crescenti fino al raggiungimento di uno stato ultimo prefissato.

# TIPOLOGIE DI ANALISI STRUTTURALI

## *ANALISI STATICA LINEARE*

### **Determinazione dello spettro di risposta:**

- Comune: Mirandola
- Vita nominale:  $V_N = 50$  anni
- Coefficiente della destinazione d'uso:  
 $C_u = 1$
- Categoria di sottosuolo = B
- Categoria topografica = T1
- Fattore di struttura:  $q = ?$

**FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO**

Stato Limite  
Stato Limite considerato **SLV** info

Risposta sismica locale  
Categoria di sottosuolo **B** info  $S_B = 1,200$   $C_c = 1,430$  info  
Categoria topografica **T1** info  $h/H = 0,000$   $S_T = 1,000$  info  
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale  
 Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento  $\xi$  (%) **5**  $\eta = 1,000$  info  
 Spettro di progetto inelastico (SLU) **Fattore  $q_s = 3,9$**  Regol. in altezza **si** info

Compon. verticale  
Spettro di progetto **Fattore  $q = 1,5$**   $\eta = 0,667$  info

Elaborazioni  
Grafici spettri di risposta |>>>  
Parametri e punti spettri di risposta |>>>

Spettri di risposta  
 $S_{a,o}$  [g]  
 $S_{a,v}$  [g]  
 $S_e$  [g]

— Spettro di progetto - componente orizzontale  
— Spettro di progetto - componente verticale  
— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

INTRO FASE 1 FASE 2 **FASE 3**



# TIPOLOGIE DI ANALISI STRUTTURALI

## *ANALISI STATICA LINEARE*

### **Determinazione dello spettro di risposta:**

- Comune: Mirandola
- Vita nominale:  $V_N = 50$  anni
- Coefficiente della destinazione d'uso:

$$C_u = 1$$

- Categoria di sottosuolo = B
- Categoria topografica =  $T_1$
- Fattore di struttura:  $q = ?$

$$q = q_0 \times k$$

$$q_0 = 3 \times 1.3 = 3.9$$

$$k = 1 \text{ (struttura regolare in altezza)}$$

$$q = 3.9$$

Tab. 7.3.II – Valori massimi del valore di base  $q_0$  del fattore di comportamento allo SLV per diverse tecniche costruttive ed in funzione della tipologia strutturale e della classe di duttilità CD

Tipologia strutturale	$q_0$	
	CD" A"	CD" B"
<b>Costruzioni di calcestruzzo (§ 7.4.3.2)</b>		
Strutture a telaio, a pareti accoppiate, miste (v. § 7.4.3.1)	$4,5 \alpha_u / \alpha_1$	$3,0 \alpha_u / \alpha_1$
Strutture a pareti non accoppiate (v. § 7.4.3.1)	$4,0 \alpha_u / \alpha_1$	3,0
Strutture deformabili torsionalmente (v. § 7.4.3.1)	3,0	2,0
Strutture a pendolo inverso (v. § 7.4.3.1)	2,0	1,5
Strutture a pendolo inverso intelaiate monopiano (v. § 7.4.3.1)	3,5	2,5

Per strutture regolari in pianta, possono essere adottati i seguenti valori di  $\alpha_u / \alpha_1$ :

- a) Strutture a telaio o miste equivalenti a telai
- strutture a telaio di un piano  $\alpha_u / \alpha_1 = 1,1$
  - strutture a telaio con più piani ed una sola campata  $\alpha_u / \alpha_1 = 1,2$
  - strutture a telaio con più piani e più campate  $\alpha_u / \alpha_1 = 1,3$

# TIPOLOGIE DI ANALISI STRUTTURALI

## *ANALISI STATICA LINEARE*

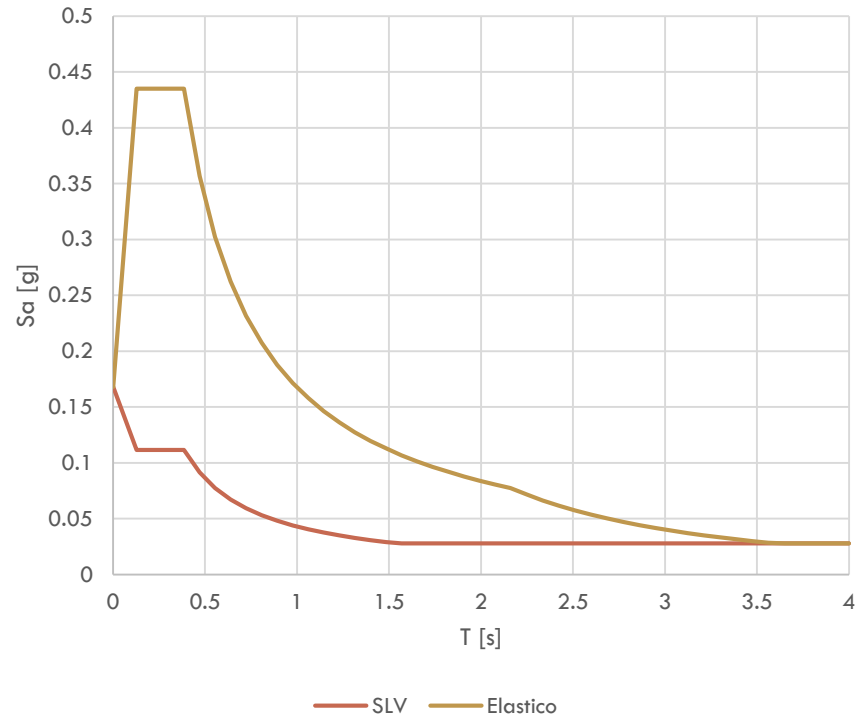
### *Determinazione dello spettro di risposta*

#### Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0,140 g
$F_{0^*}$	2,588
$T_C^*$	0,269 s
$S_S$	1,200
$C_C$	1,430
$S_T$	1,000
$q$	3,900

#### Parametri dipendenti

$S$	1,200
$\eta$	0,256
$T_B$	0,128 s
$T_C$	0,385 s
$T_D$	2,160 s



# TIPOLOGIE DI ANALISI STRUTTURALI

## *ANALISI STATICA LINEARE*

### **Determinazione dello spettro di risposta**

Periodo fondamentale della struttura:

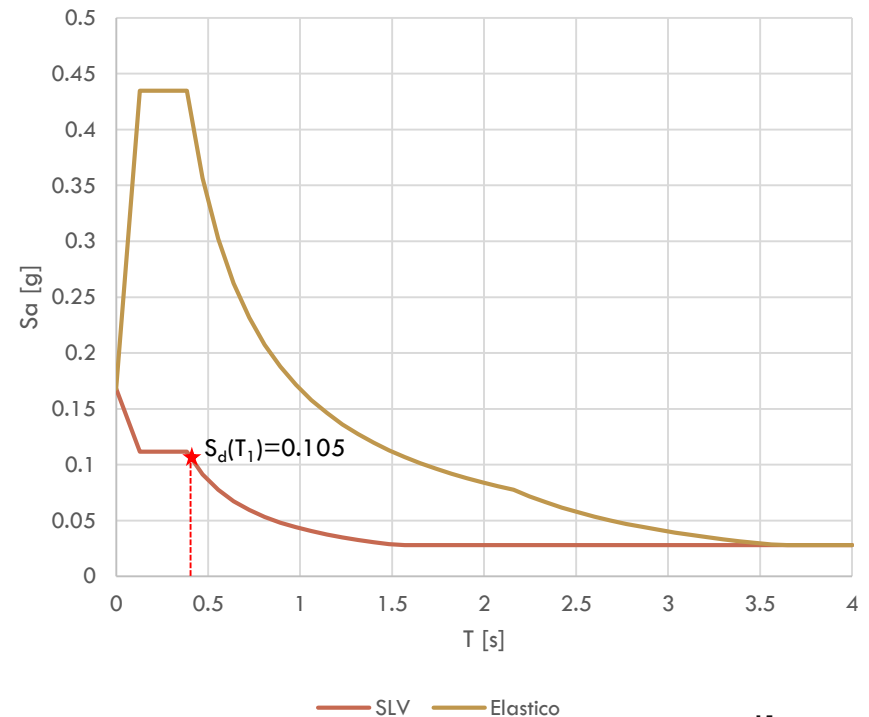
$$T = C \times H^{3/4} = 0,075 \times 9,6^{3/4} = 0,41 \text{ s}$$

$$T_C \leq T < T_D$$

L'ordinata dello spettro di progetto è:

$$S_d(T_1) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \frac{T_C}{T}$$

$$S_d(T_1) = 0,105$$



# TIPOLOGIE DI ANALISI STRUTTURALI

## *ANALISI STATICA LINEARE*

### **Determinazione delle forze sismiche**

Analisi dei carichi – Piano tipo:

Elemento	Carico	Tipo		Coefficiente di combinazione	Peso sismico W (kN)	Massa (W/g)
Solaio	2.7 kN/mq	Permanenti strutturali	G1	1	1012	103.16
Pavimento	2 kN/mq	Permanenti non strutturali	G2	1	750	76.45
Divisori	1.6 kN/mq	Permanenti non strutturali	G2	1	600	61.16
Tamponamento	8 kN/m	Permanenti non strutturali	G2	1	640	64.24
Esercizio	2 kN/mq	Variabile	Q	0.3	225	22.94
				<b>Totale</b>	<b>3227</b>	<b>329.00</b>

Quindi, ipotizzando che i carichi siano identici su tutti i livelli abbiamo che il carico su ciascun piano  $i$ , è:

$$W_i = 3227 \text{ kN}$$

# TIPOLOGIE DI ANALISI STRUTTURALI

## *ANALISI STATICA LINEARE*

### **Determinazione delle forze sismiche**

Analisi dei carichi – Copertura:

Elemento	Carico	Tipo		Coefficiente di combinazione	Peso sismico W (kN)	Massa (W/g)
Solaio	2.7 kN/mq	Permanenti strutturali	G1	1	1012	103.16
Pacchetto cop.	1.5 kN/mq	Permanenti non strutturali	G2	1	562	57.34
Tamponamento	4 kN/m	Permanenti non strutturali	G2	1	320	32.62
Esercizio	0.5 kN/mq	Variabile	Q	0.3	56	5.73
				<b>Totale</b>	<b>1950</b>	<b>199</b>

Quindi, ipotizzando che i carichi siano identici su tutti i livelli abbiamo che il carico su ciascun piano  $i$ , è:

$$W_c = 1950 \text{ kN}$$

# TIPOLOGIE DI ANALISI STRUTTURALI

## *ANALISI STATICA LINEARE*

### **Determinazione delle forze sismiche**

Analisi dei carichi – Peso proprio:

Per la semplicità dei calcoli assegnammo il peso proprio degli elementi strutturali ai rispettivi piani.

Piani intermedi:

Peso pilastri:

$$W_p = (A_p h_p \rho_c) n_p = (0.3 \times 0.3 \times 3.2 \times 25) \times 24 = 172.8 \text{ kN}$$

Peso travi principali:

$$W_{t,p} = (A_{t,p} l_{t,p} \rho_c) n_{t,p} = (0.3 \times 0.5 \times 25 \times 25) \times 4 + (0.3 \times 0.5 \times 25 \times 15) \times 2 = 487.5 \text{ kN}$$

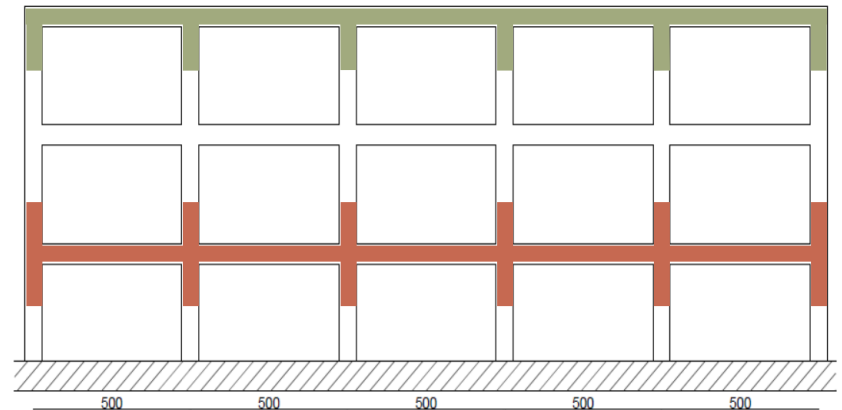
Peso travi secondari:

$$W_{t,s} = (A_{t,s} l_{t,s} \rho_c) n_{t,s} = (0.3 \times 0.3 \times 15 \times 25) \times 4 = 135 \text{ kN}$$

Peso proprio totale piani intermedi:  $W_{i, str} = 795 \text{ kN}$

Peso proprio totale copertura:  $W_{c, str} = 709 \text{ kN}$

(Peso pilastri per metà altezza)



# TIPOLOGIE DI ANALISI STRUTTURALI

## *ANALISI STATICA LINEARE*

### **Determinazione delle forze sismiche**

Il carico gravitazionale complessivo da associare al sisma è:

$$W_x = \sum W_i = 10703 \text{ kN}$$

La normativa prevede un coefficiente  $\lambda$  che tiene conto della maggiore o minore probabilità che tutti i carichi variabili, al momento del sisma, insistano sulla struttura con la stessa intensità, ed assume i seguenti valori:

- $\lambda = 0,85$  se la costruzione ha almeno **3 orizzontamenti** e se  $T_1 < 2T_C$  ;
- $\lambda = 1$  negli altri casi.

In questo caso il numero degli orizzontamenti è 3, quindi:

$$W_{tot} = \lambda \sum W_i = 9097.5 \text{ kN}$$

La massa gravitazionale risulta:

$$M_{tot} = \frac{W_{xtot}}{g} = \frac{9097.5}{g}$$

# TIPOLOGIE DI ANALISI STRUTTURALI

## *ANALISI STATICA LINEARE*

### ***Determinazione delle forze sismiche***

Noto il valore della componente orizzontale dello spettro di progetto  $S_d(T_1)$ , e della massa gravitazionale ( $\frac{W_{tot}}{g}$ ), la forza sismica equivalente si ricava come:

$$F_x = S_d(T) \frac{W_{xtot}}{g} = 0.105g \cdot \frac{9097.5}{g} = 955.24 \text{ kN}$$



# TIPOLOGIE DI ANALISI STRUTTURALI

## *ANALISI STATICA LINEARE*

### **Ripartizione delle forze sismiche ai piani**

La forza  $F_x$  si distribuisce linearmente nei piani dell'edificio, quindi all' piano i-esimo la forza sismica sarà dato da:

$$F_{xi} = F_x \frac{z_i W_{xi}}{\sum z_i W_{xi}}$$

Dove:

$z_i$  è la quota del piano i-esimo

$W_{xi}$  è il carico gravitazionale del piano i-esimo

Quindi:

$$z_1 = 3.2m \quad W_{x1} = 4022 \text{ kN} \quad \longrightarrow \quad F_1 = 191.70 \text{ kN}$$

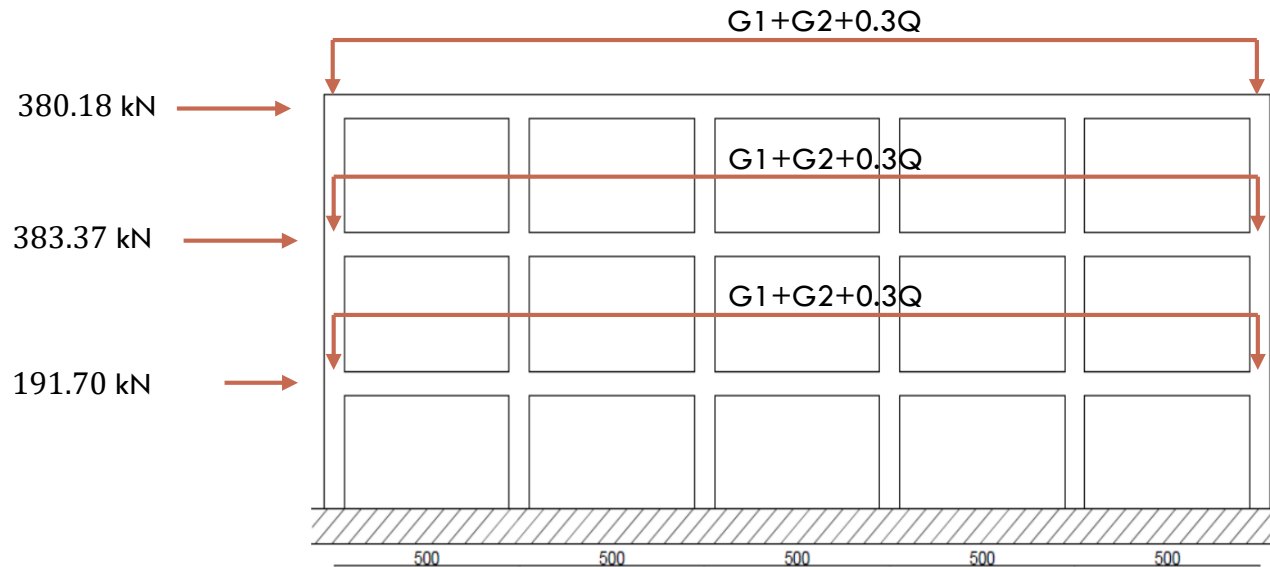
$$z_2 = 7.4m \quad W_{x2} = 4022 \text{ kN} \quad \longrightarrow \quad F_2 = 383.37 \text{ kN}$$

$$z_3 = 9.6m \quad W_{x3} = 2659 \text{ kN} \quad \longrightarrow \quad F_3 = 380.18 \text{ kN}$$

# TIPOLOGIE DI ANALISI STRUTTURALI

## *ANALISI STATICA LINEARE*

### *Ripartizione delle forze sismiche ai piani*



# TIPOLOGIE DI ANALISI STRUTTURALI

## *ANALISI STATICA LINEARE*

### *Ripartizione delle forze sismiche ai piani*

Nel caso di travi infinitamente rigidi flessionalmente, il momento (come anche il taglio e lo sforzo normale) avrà la stessa distribuzione su tutte le pilastrate. Lo schema è quello di una trave incastrata alla base e vincolata con un incastro scorrevole superiormente.

Considerando il pilastro dell'ultimo livello ( $h=3.2$ ) abbiamo:

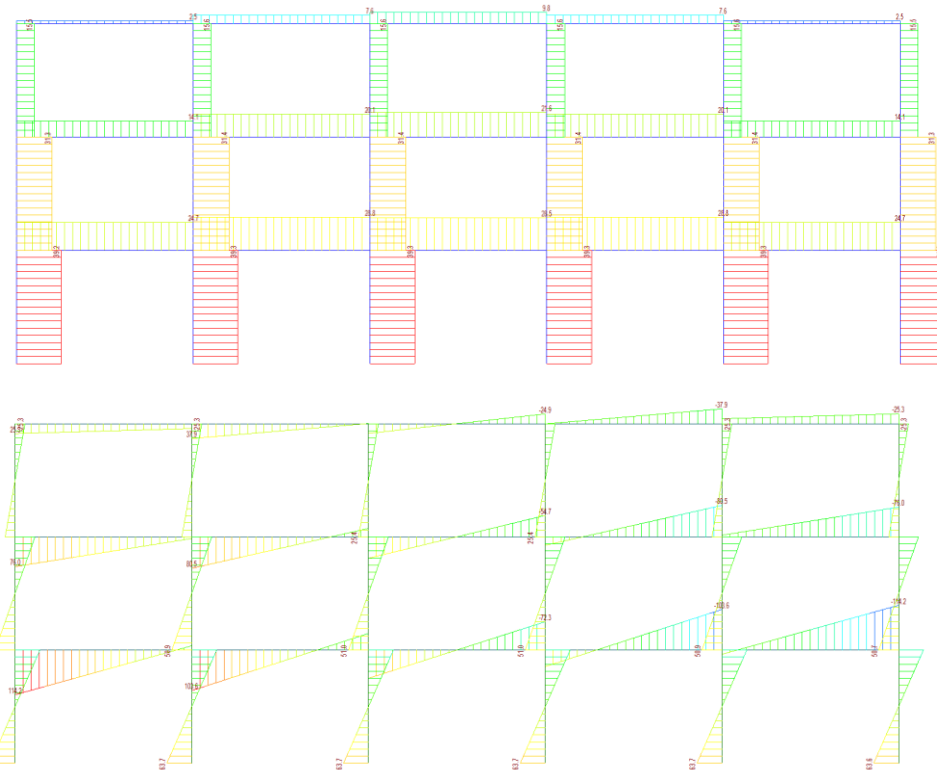
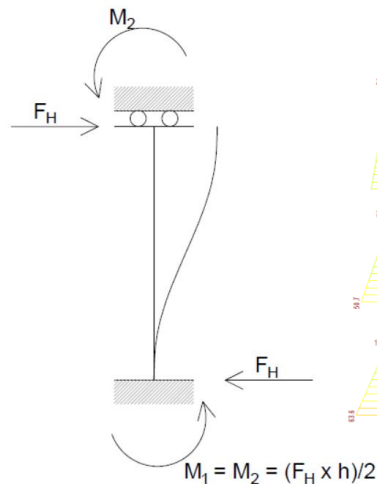
$$F_H = \frac{F_3}{24} = 15.84 \text{ kN}$$

$$M_1 = M_2 = \frac{F_H \cdot h}{2} = 25.34 \text{ kNm}$$

Mentre nel piano terra ( $h=3.2$ ):

$$F_H = \frac{F_{xtot}}{24} = 39.8 \text{ kN}$$

$$M_1 = M_2 = \frac{F_H \cdot h}{2} = 63.68 \text{ kNm}$$



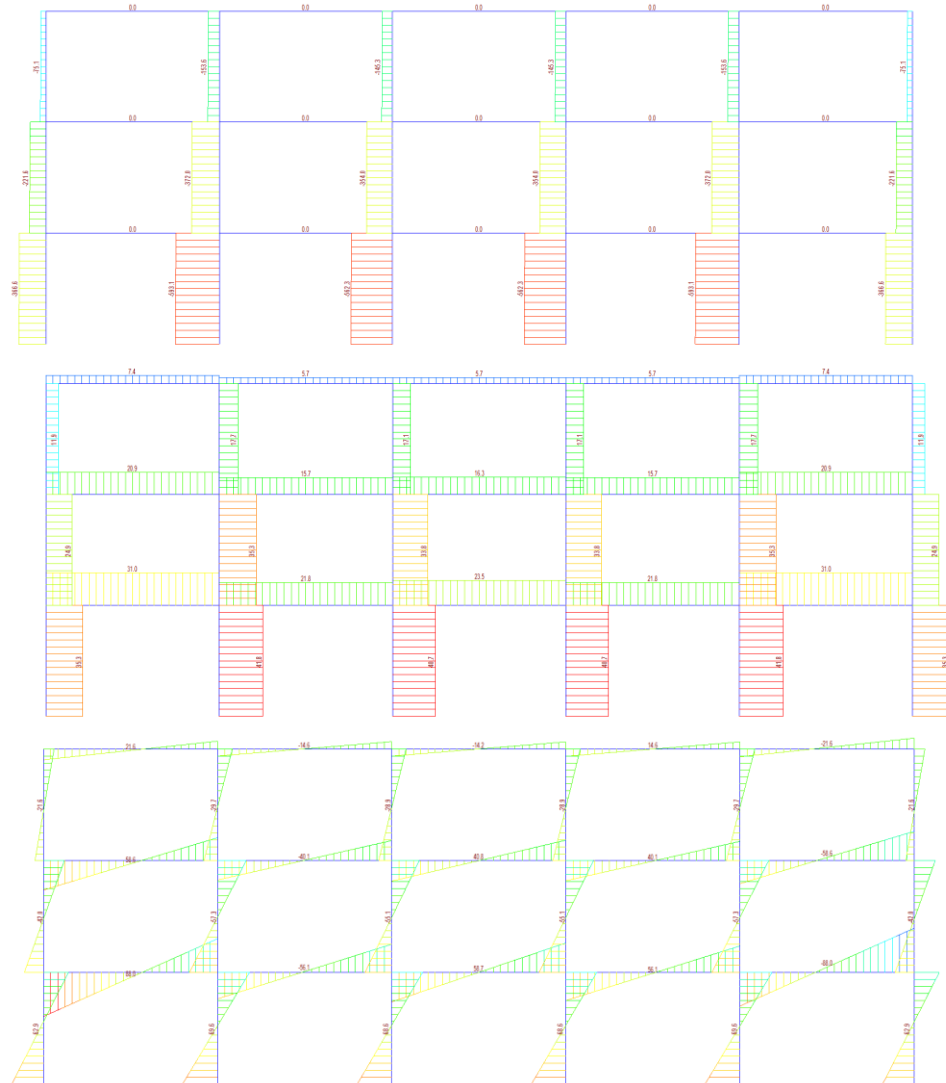
# TIPOLOGIE DI ANALISI STRUTTURALI

## *ANALISI STATICA LINEARE*

### *Ripartizione delle forze sismiche ai piani*

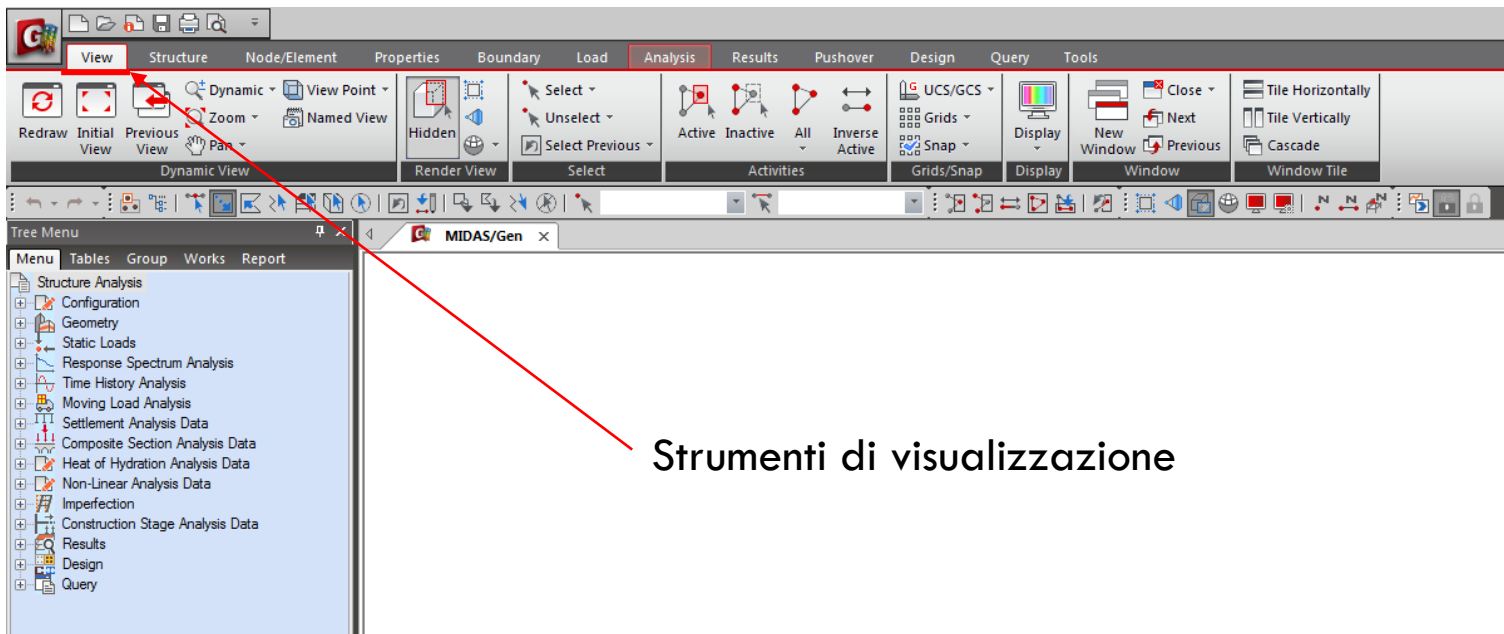
Nel caso di travi non infinitamente rigide flessionalmente i risultati dei parametri della sollecitazione risulterebbero leggermente diversi:

- I pilastri alle estremità risultano caricati assialmente per metà del valore ottenuto prima (le aree di influenza sono la metà di quelle dei pilastri centrali).
- Gli stessi risultano anche meno sollecitati a taglio mentre negli altri sono sollecitati più o meno uniformemente



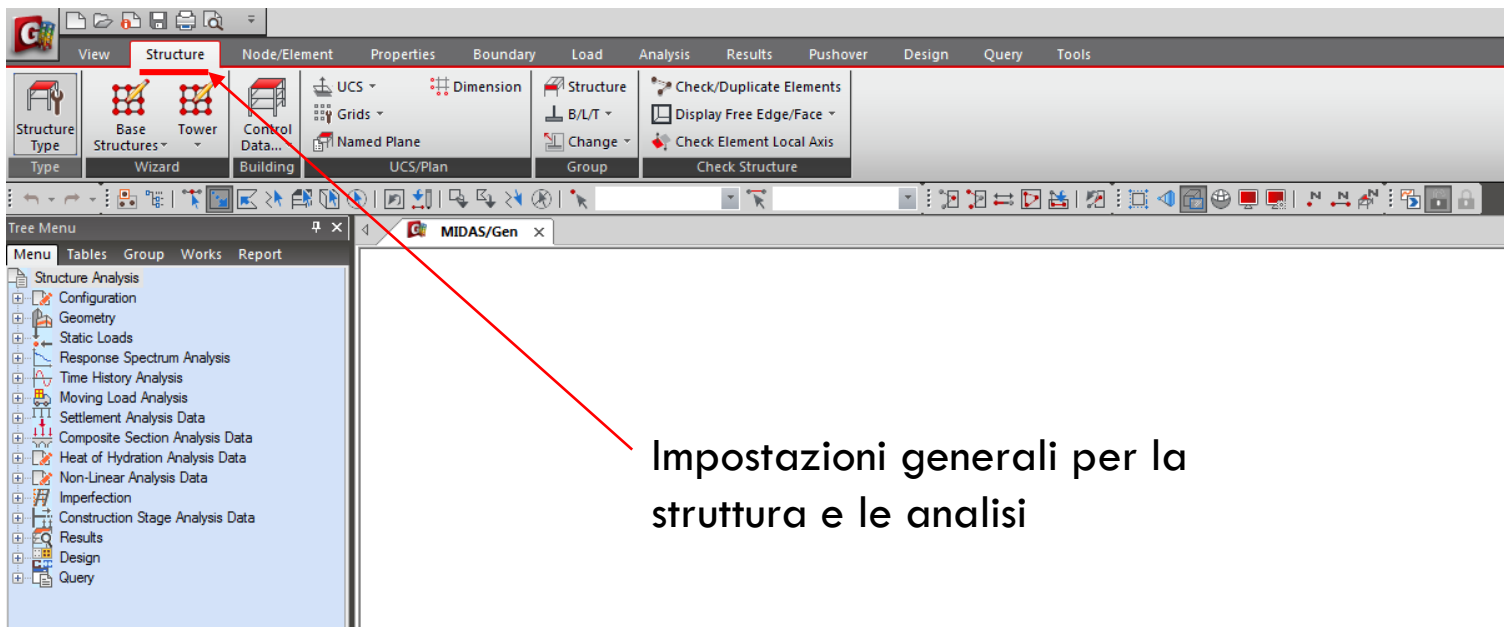
# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## COMANDI PRINCIPALI



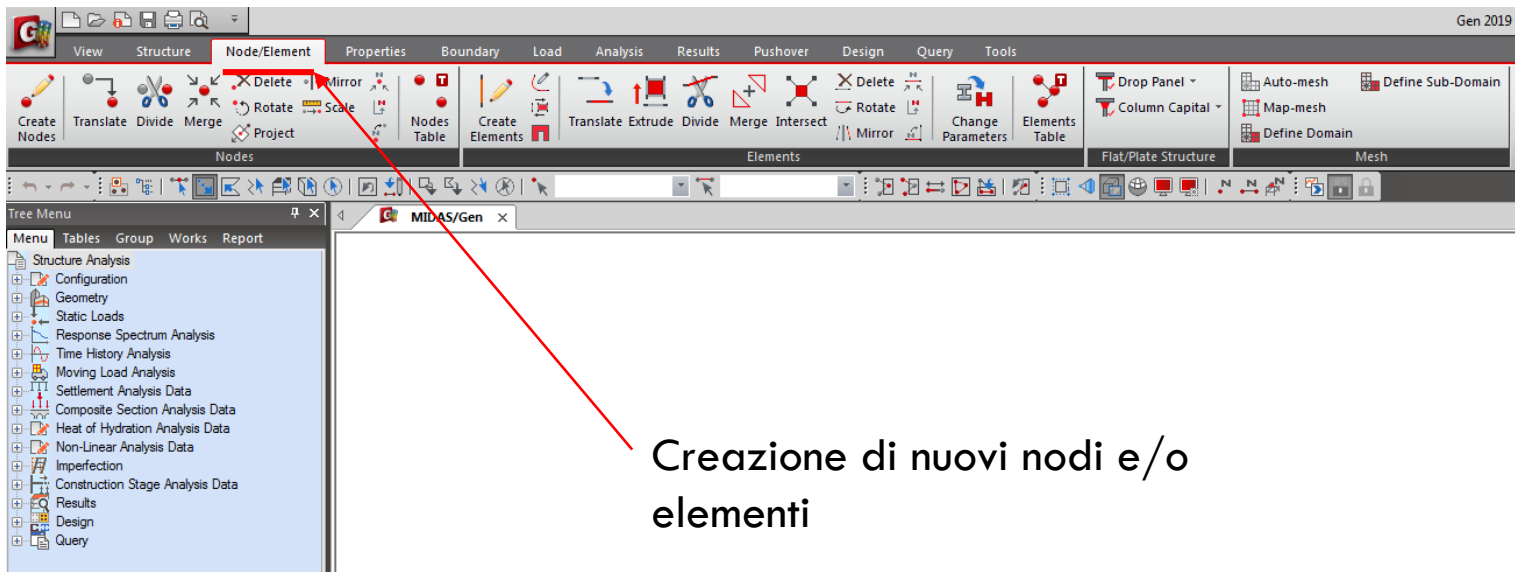
# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## COMANDI PRINCIPALI



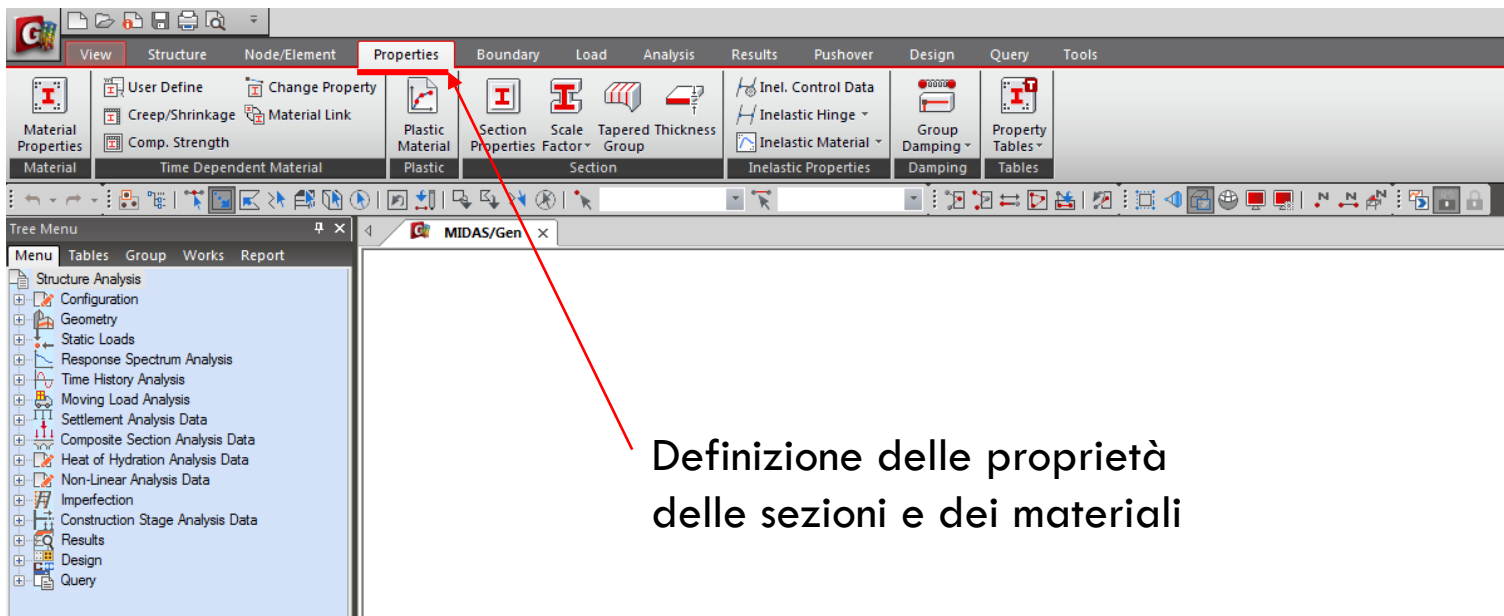
# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## COMANDI PRINCIPALI



# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## COMANDI PRINCIPALI

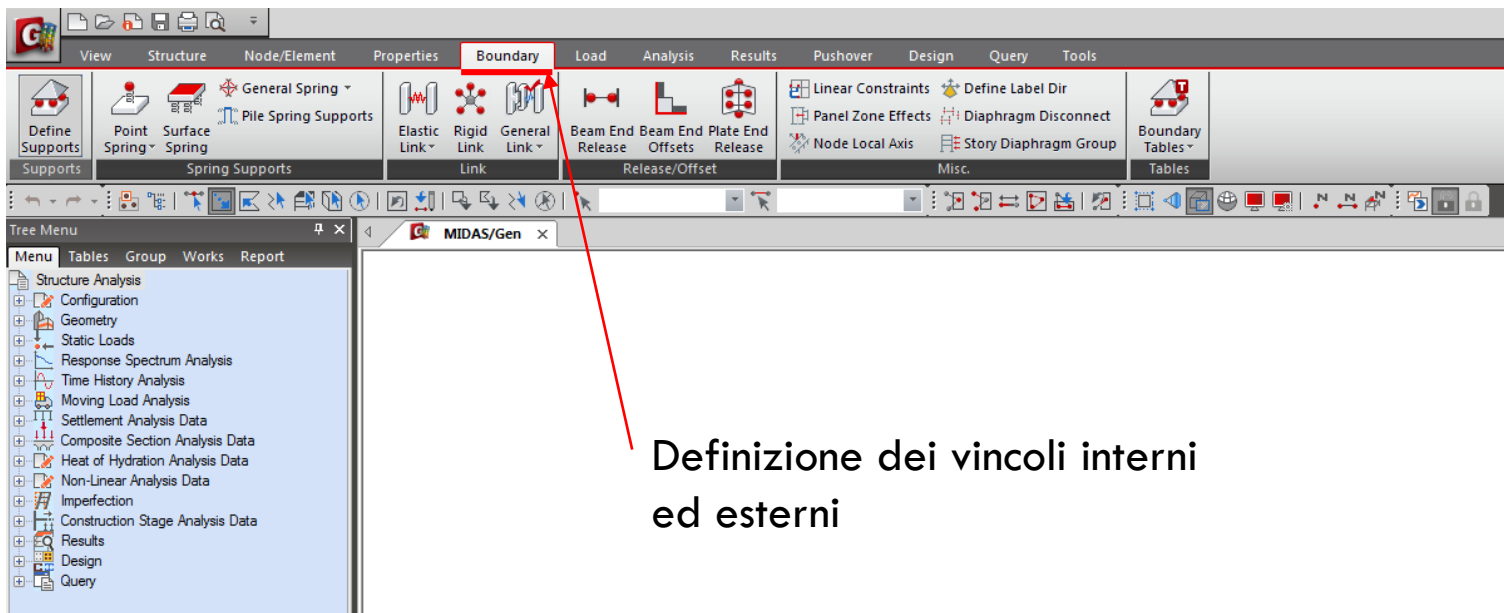


Definizione delle proprietà  
delle sezioni e dei materiali



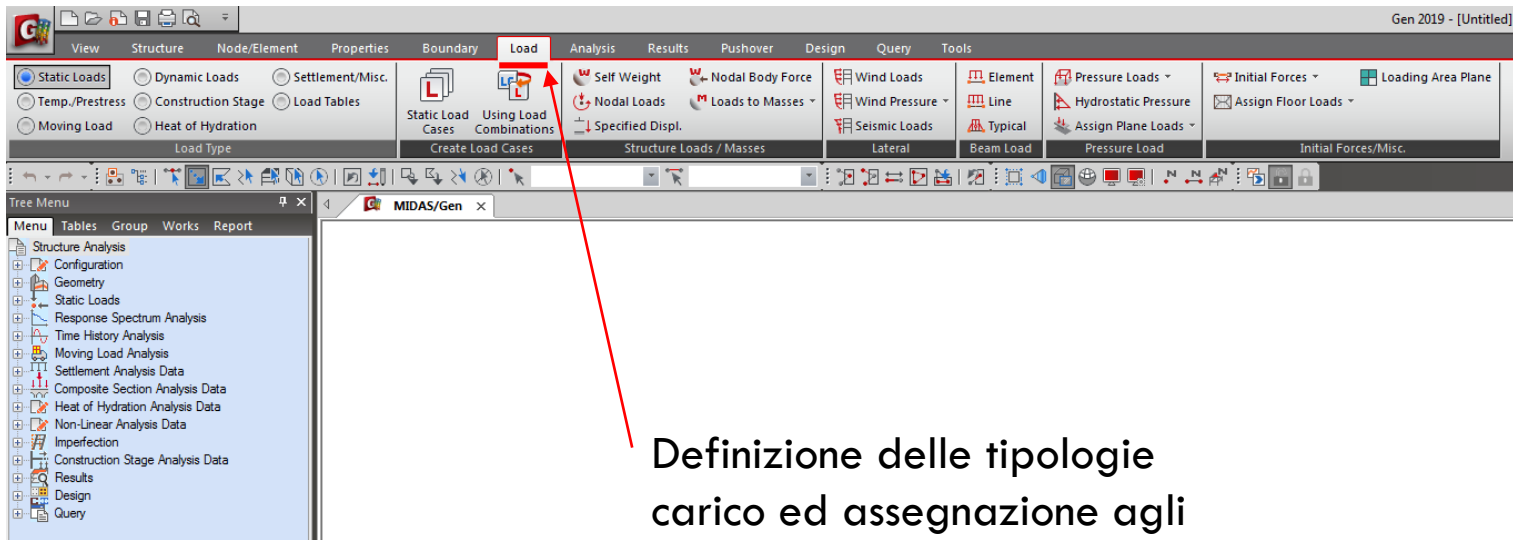
# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## COMANDI PRINCIPALI



# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

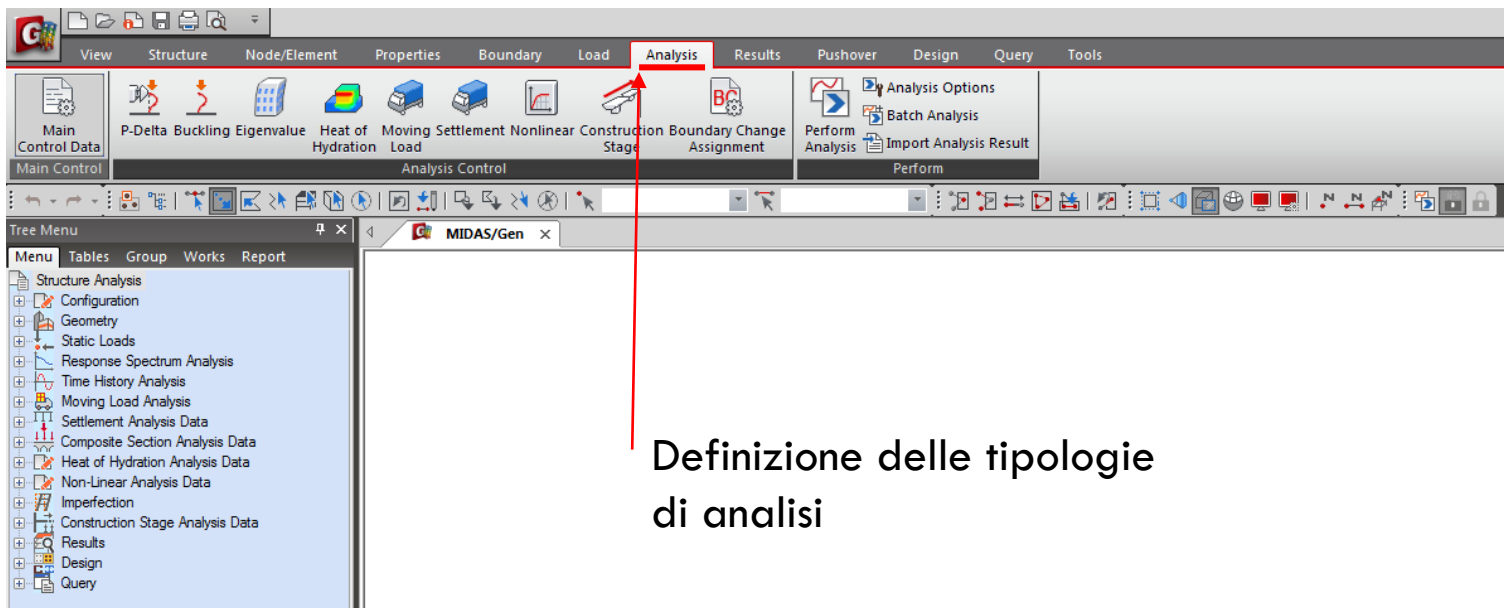
## COMANDI PRINCIPALI



Definizione delle tipologie  
carico ed assegnazione agli  
elementi

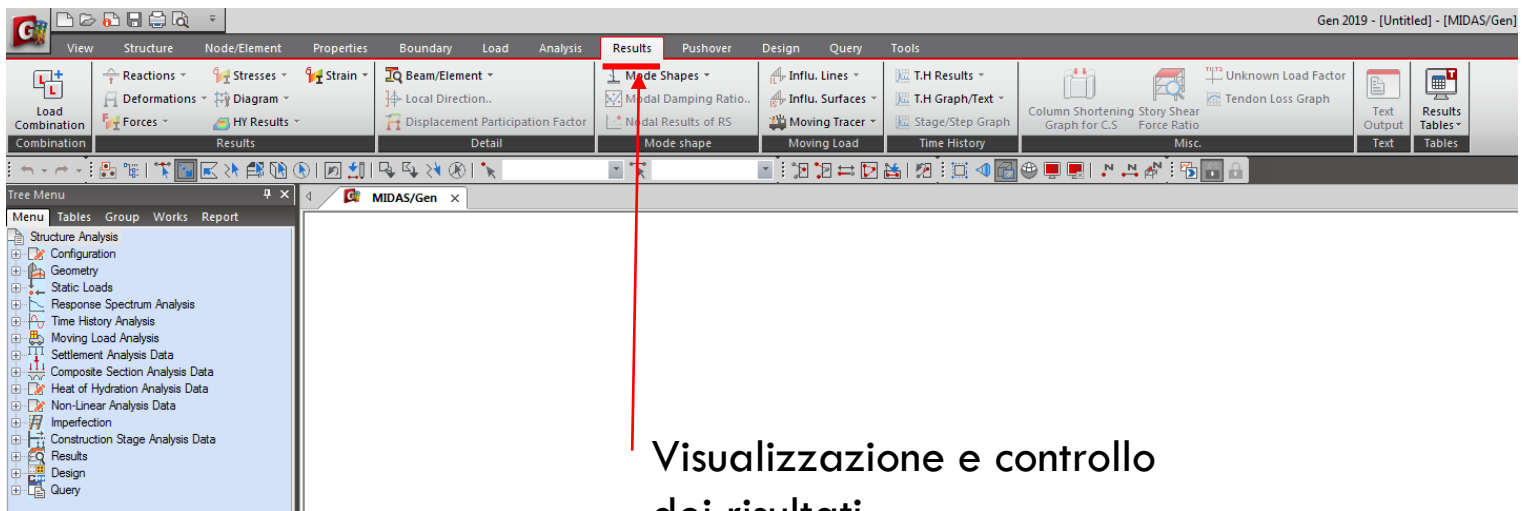
# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## COMANDI PRINCIPALI



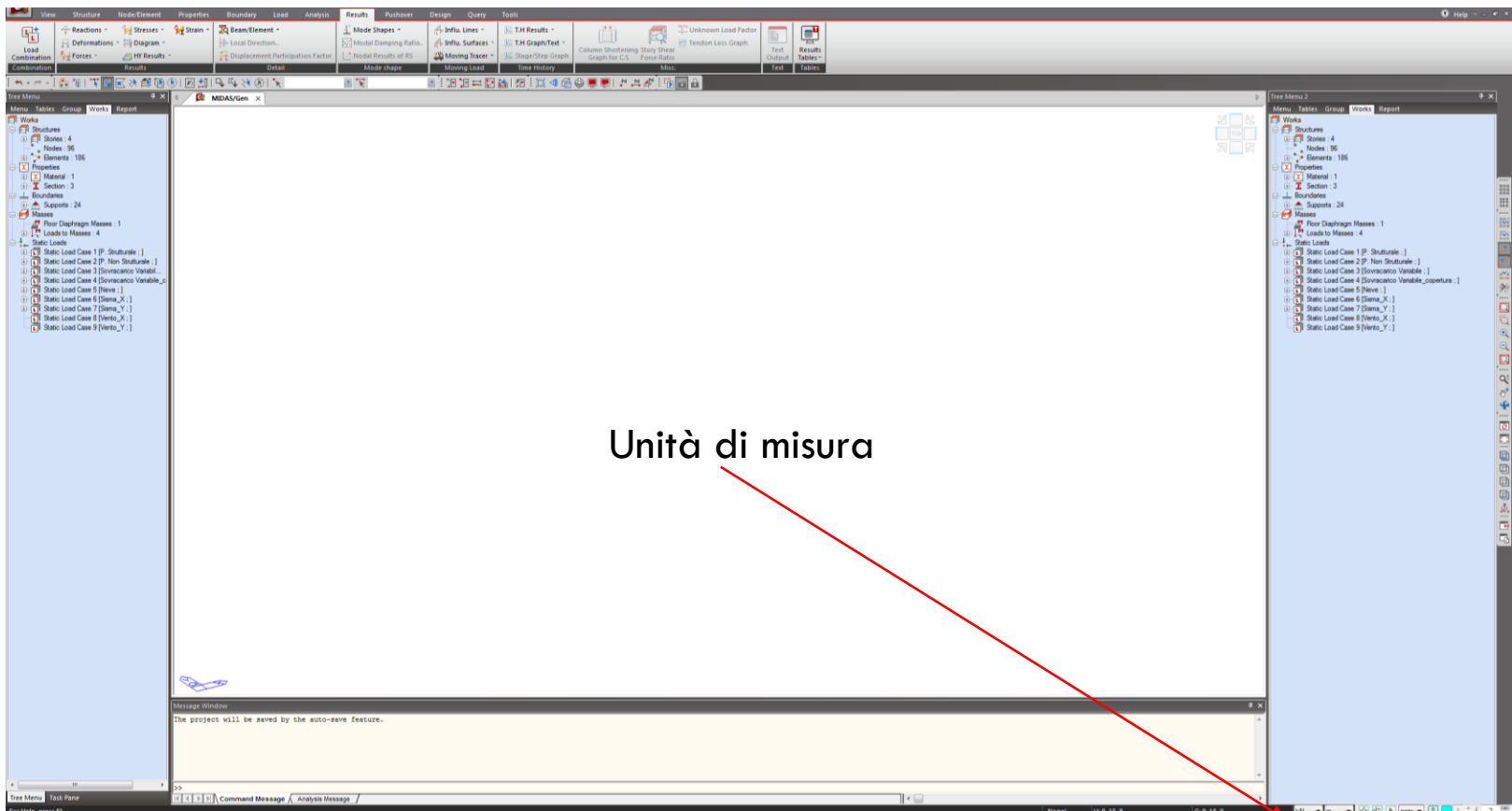
# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## COMANDI PRINCIPALI



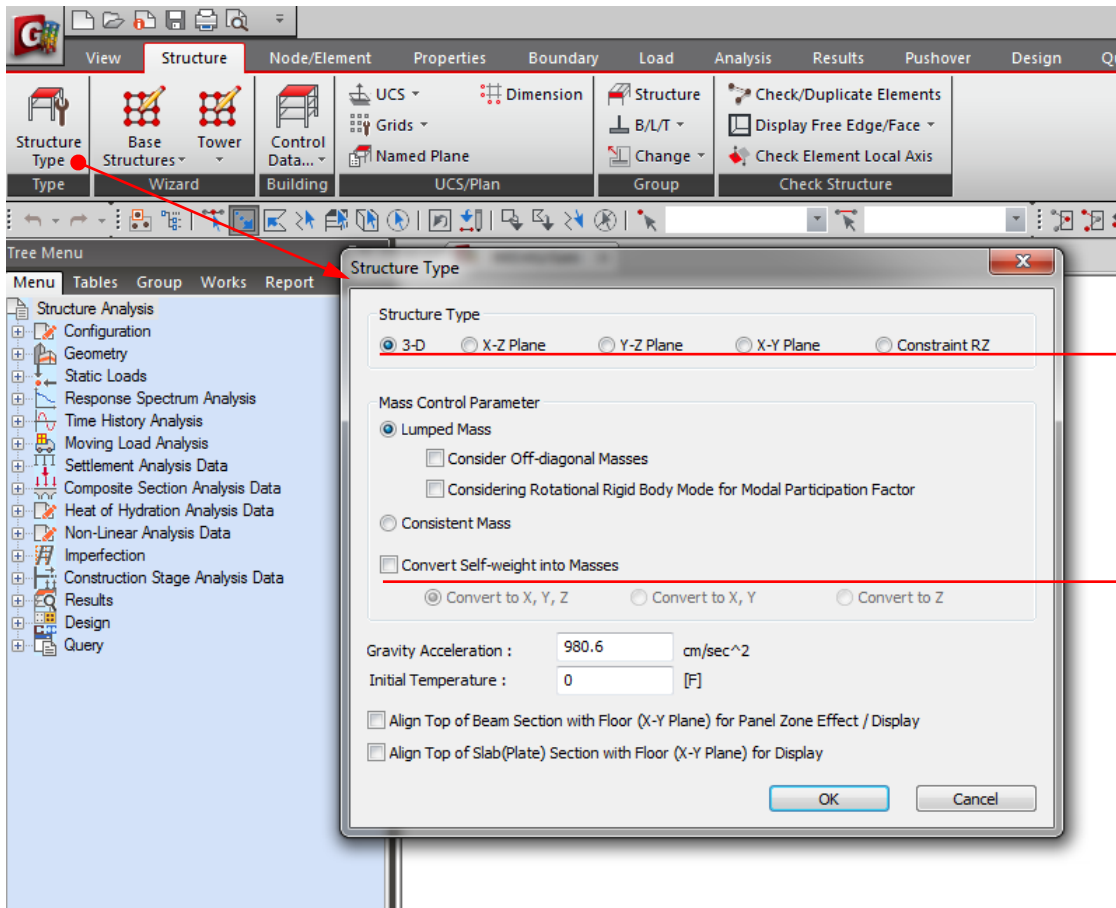
# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## COMANDI PRINCIPALI



# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## COMANDI PRINCIPALI

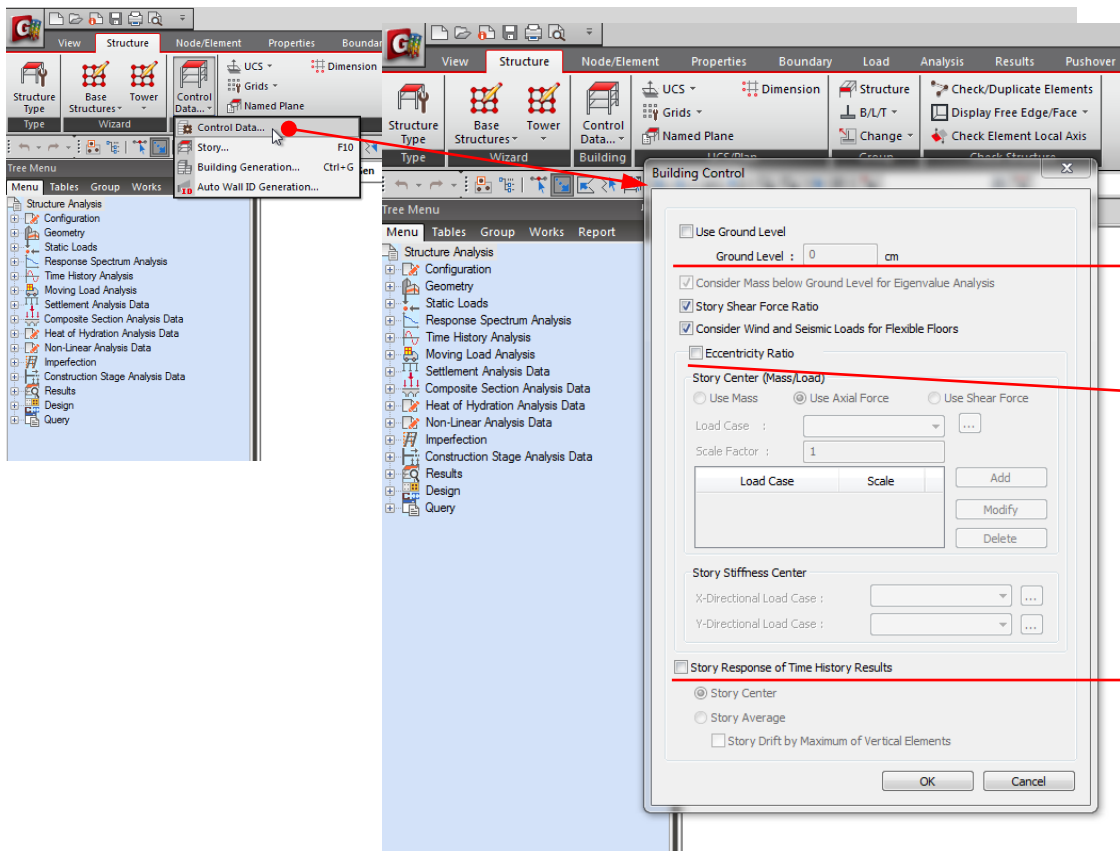


Scelta del tipo di struttura o del piano nel quale si vuole analizzare.

Convertire o meno il peso proprio degli elementi modellati, in massa.

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## COMANDI PRINCIPALI



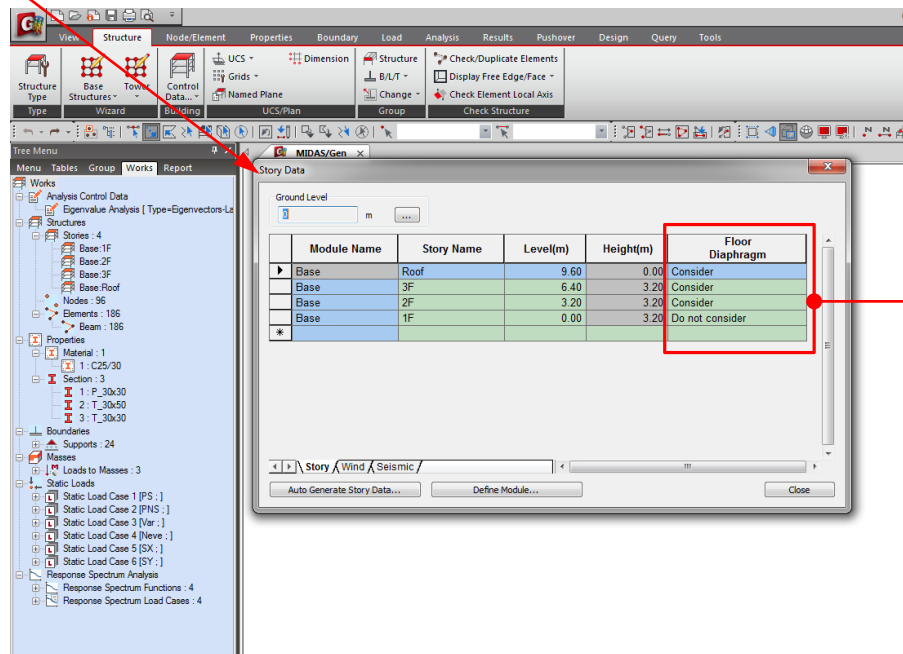
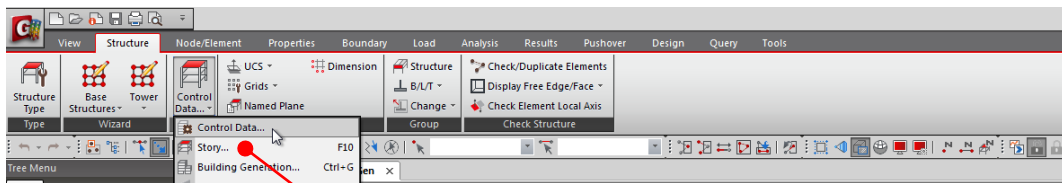
Scelta del tipo di struttura o del piano nel quale si vuole analizzare.

Definizione dell'eccentricità accidentale per l'applicazione dell'azione sismica.

Visualizzazione dei risultati di un'analisi time-history non solo per i nodi ma anche a livello di piano (spostamenti, interstory drift).

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## COMANDI PRINCIPALI



Definizione dei livelli della struttura

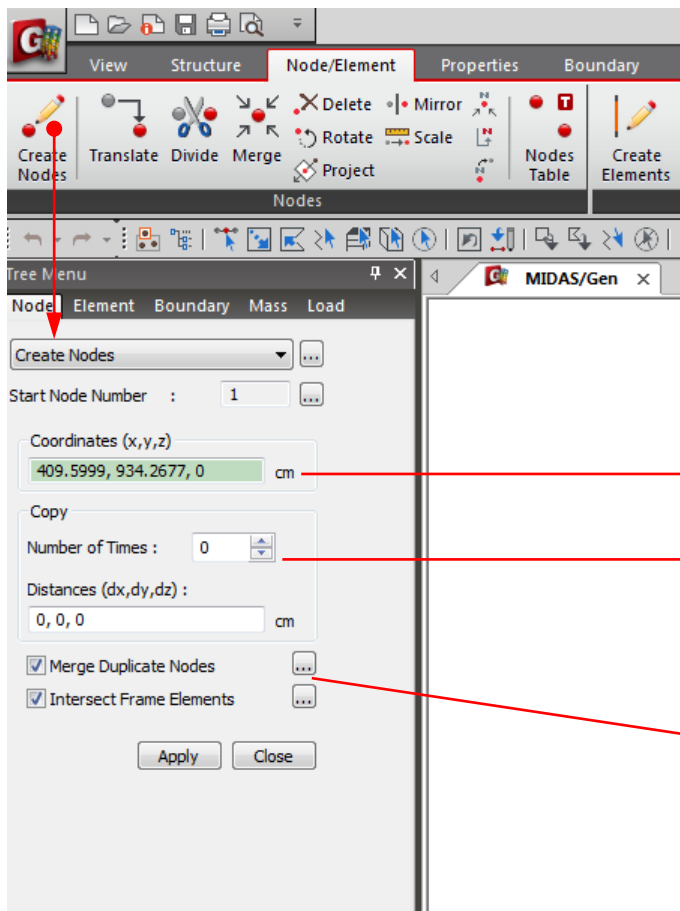
Definizione del piano rigido nei vari livelli.

Il software crea in automatico un rigid-link che collega tutti i nodi di piano con il centro di massa del piano stesso .



# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## COMANDI PRINCIPALI



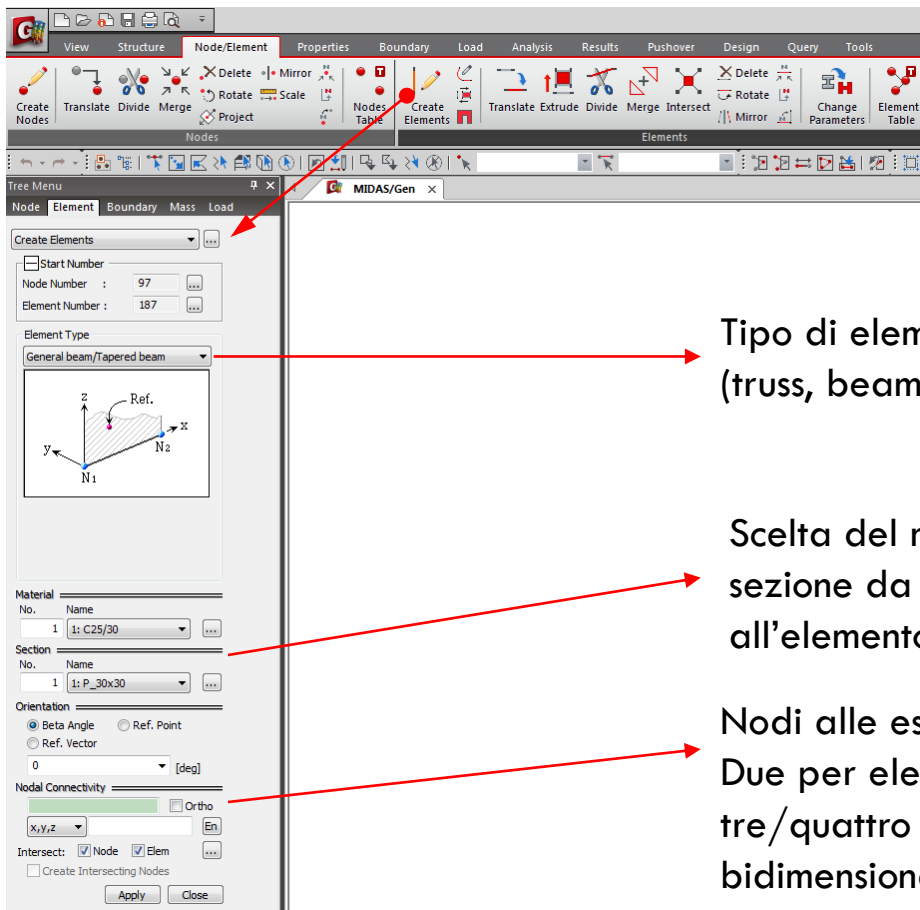
Coordinate del nodo che si vuole creare.

Creazione di una serie di copie distanziati dal precedente di dx, dy, dz.

Unione dei nodi sovrapposti e intersezione con eventuali elementi esistenti .

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## COMANDI PRINCIPALI



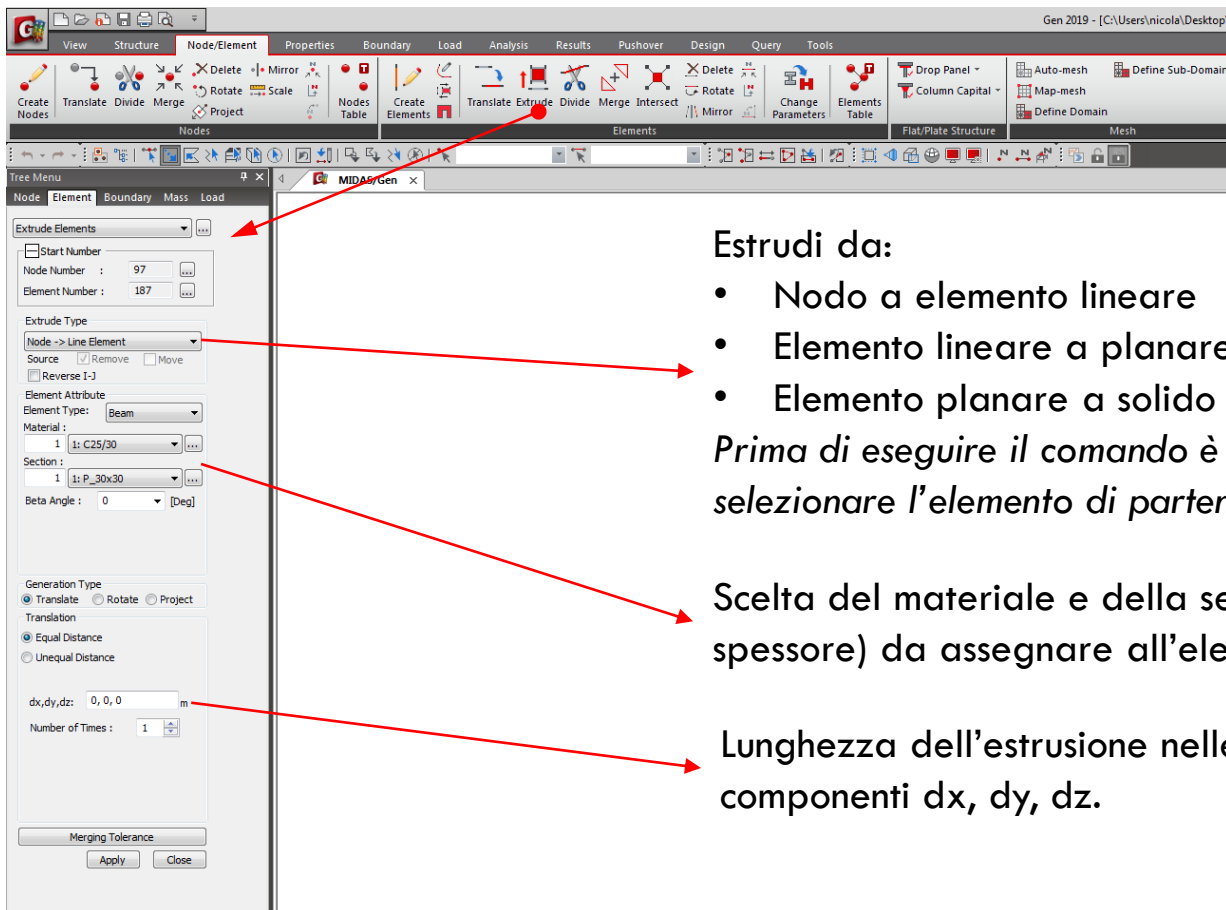
Tipo di elemento da creare (truss, beam, plate, solid, etc.).

Scelta del materiale e della sezione da assegnare all'elemento (beam).

Nodi alle estremità dell'elemento.  
Due per elementi monodimensionali, tre/quattro per elementi bidimensionali, 4/6/8 per elementi solidi.

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## COMANDI PRINCIPALI



Estrudi da:

- Nodo a elemento lineare
- Elemento lineare a planare
- Elemento planare a solido

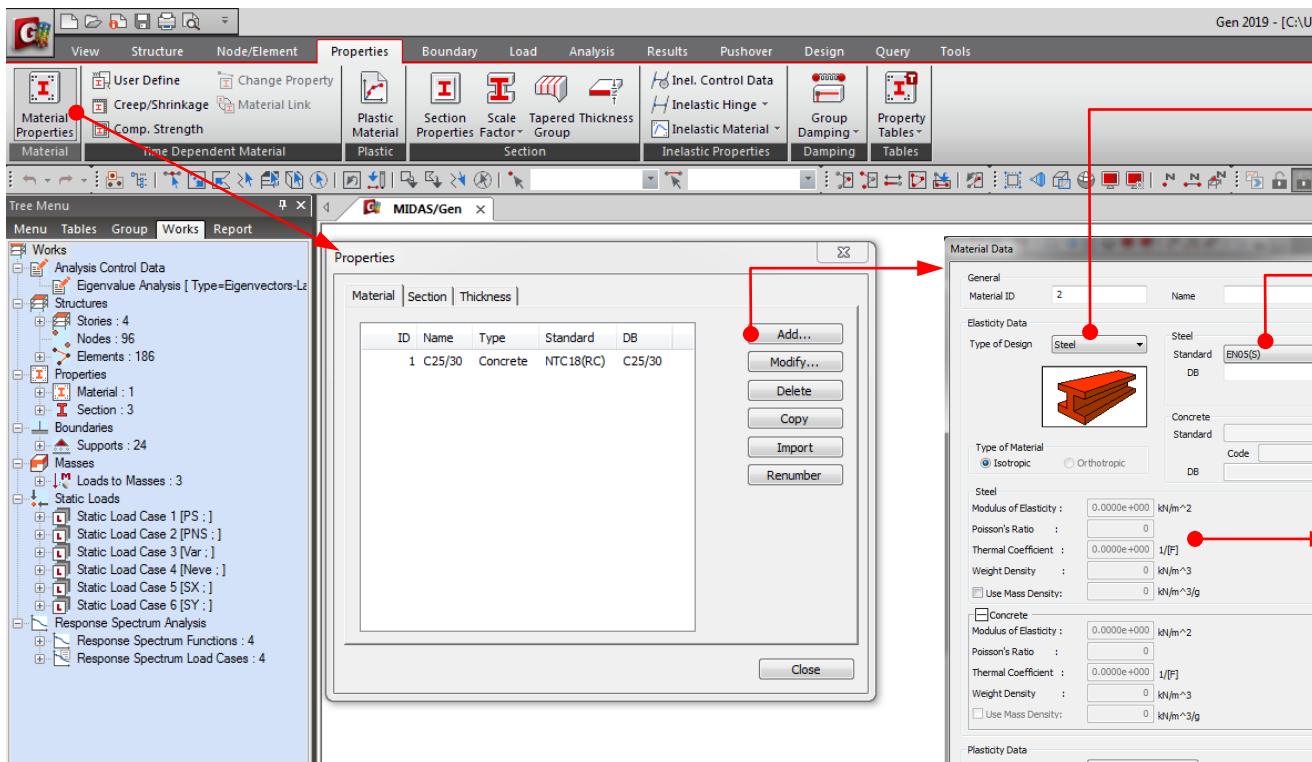
*Prima di eseguire il comando è necessario selezionare l'elemento di partenza.*

Scelta del materiale e della sezione (o spessore) da assegnare all'elemento.

Lunghezza dell'estrusione nelle tre componenti dx, dy, dz.

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## COMANDI PRINCIPALI



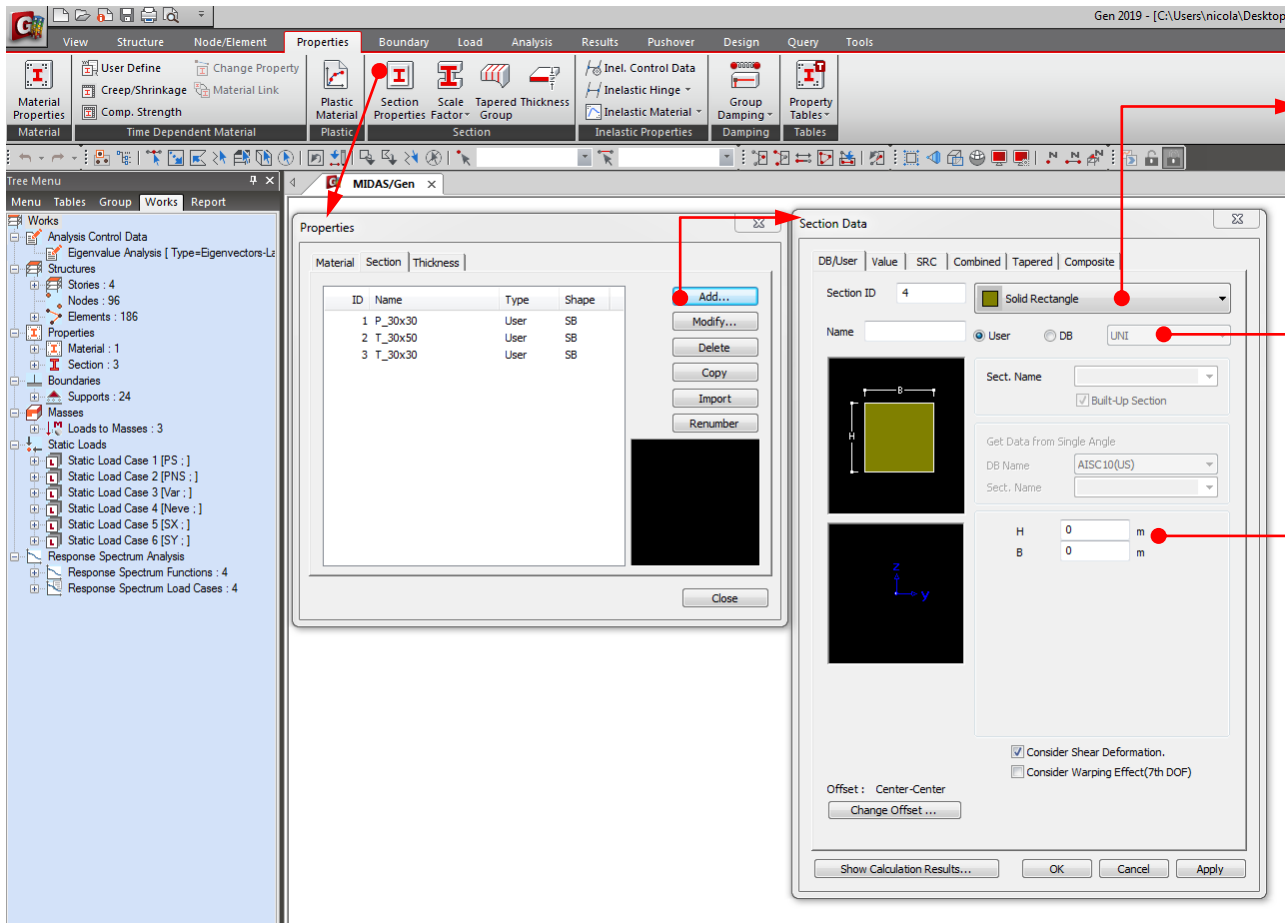
Tipo di materiale

Da normativa o «user defined»

Proprietà del materiale

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## COMANDI PRINCIPALI



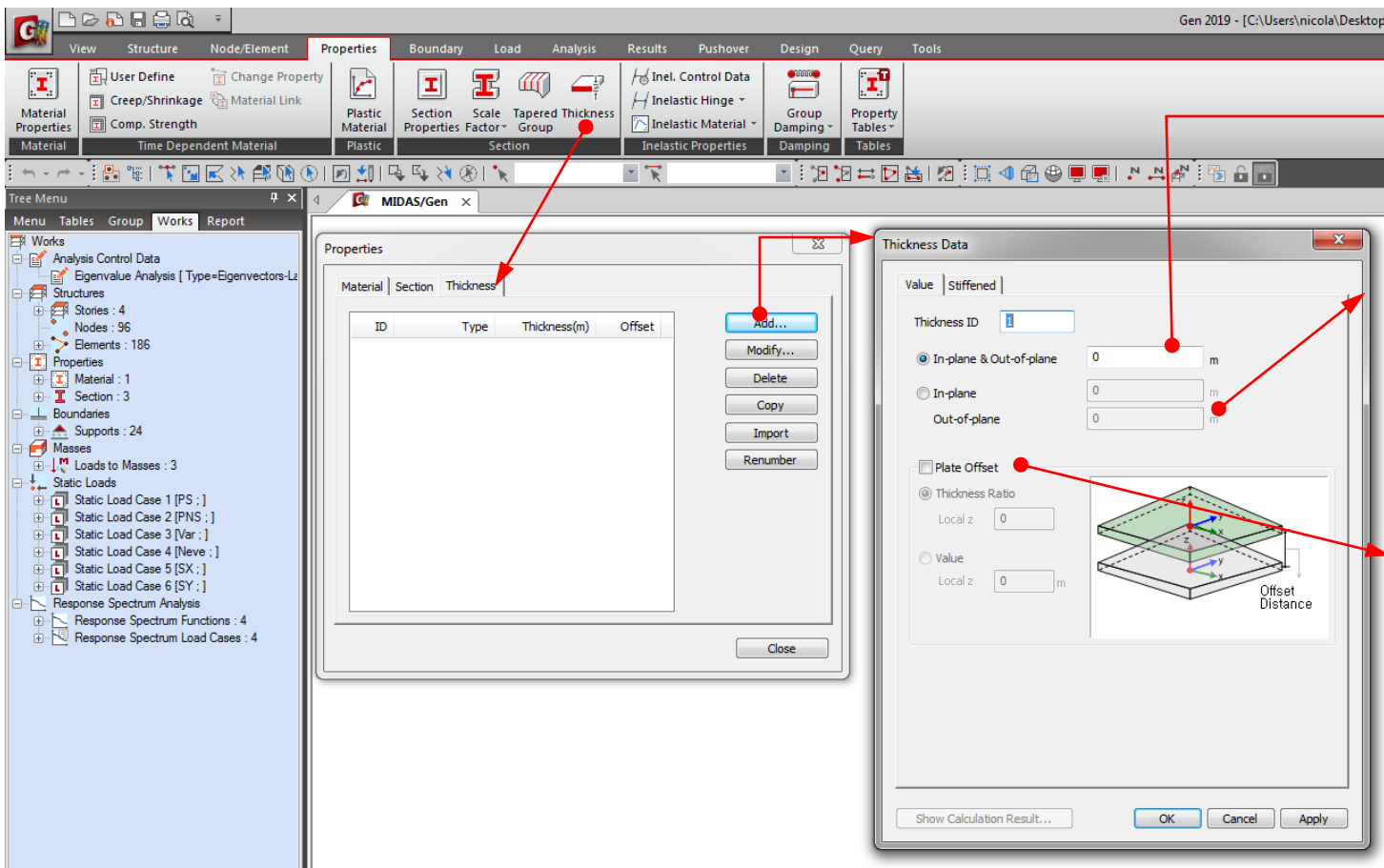
Tipo/forma della sezione.

Profili standardizzati o «user defined».

Parametri geometrici della sezione.

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## COMANDI PRINCIPALI



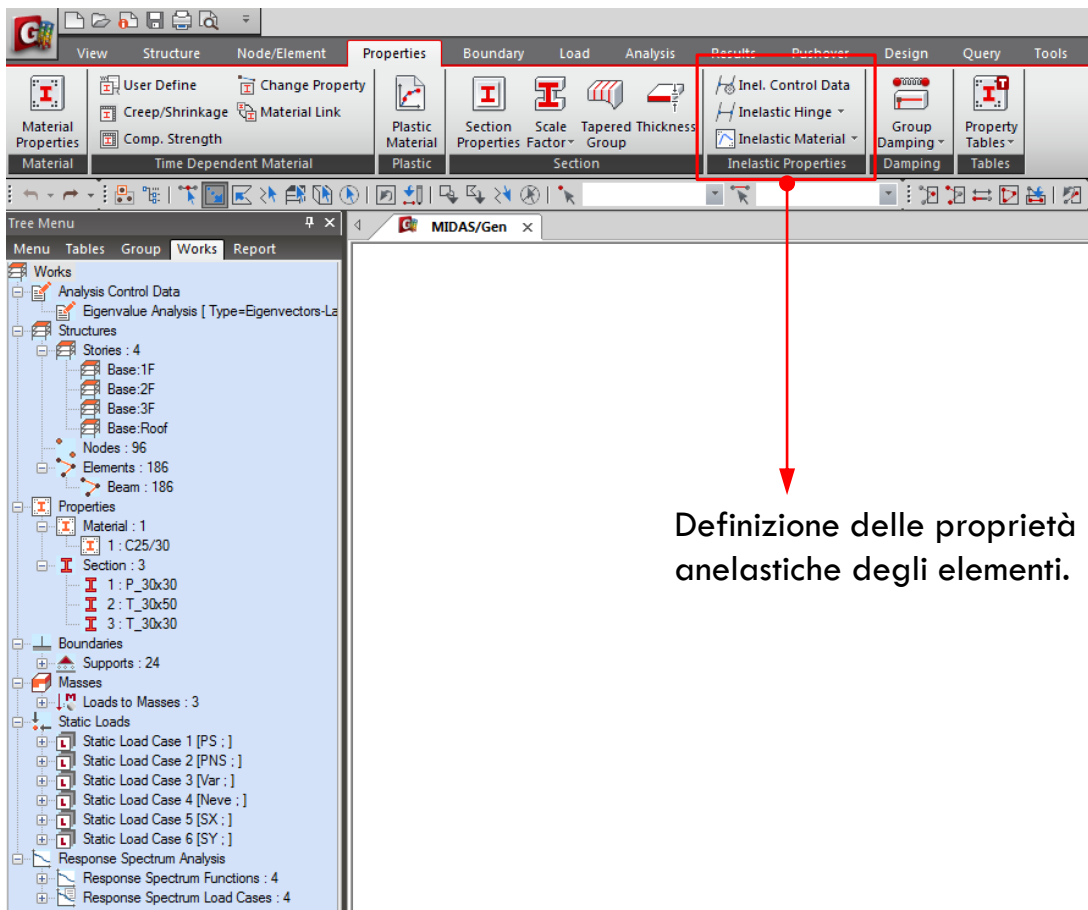
Spessore dell'elemento.

Possibilità di assegnare uno spessore diverso per il comportamento nel piano e fuori piano.

Eventuale offset dell'elemento schematizzato bilineare dal baricentro dell'elemento reale.

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

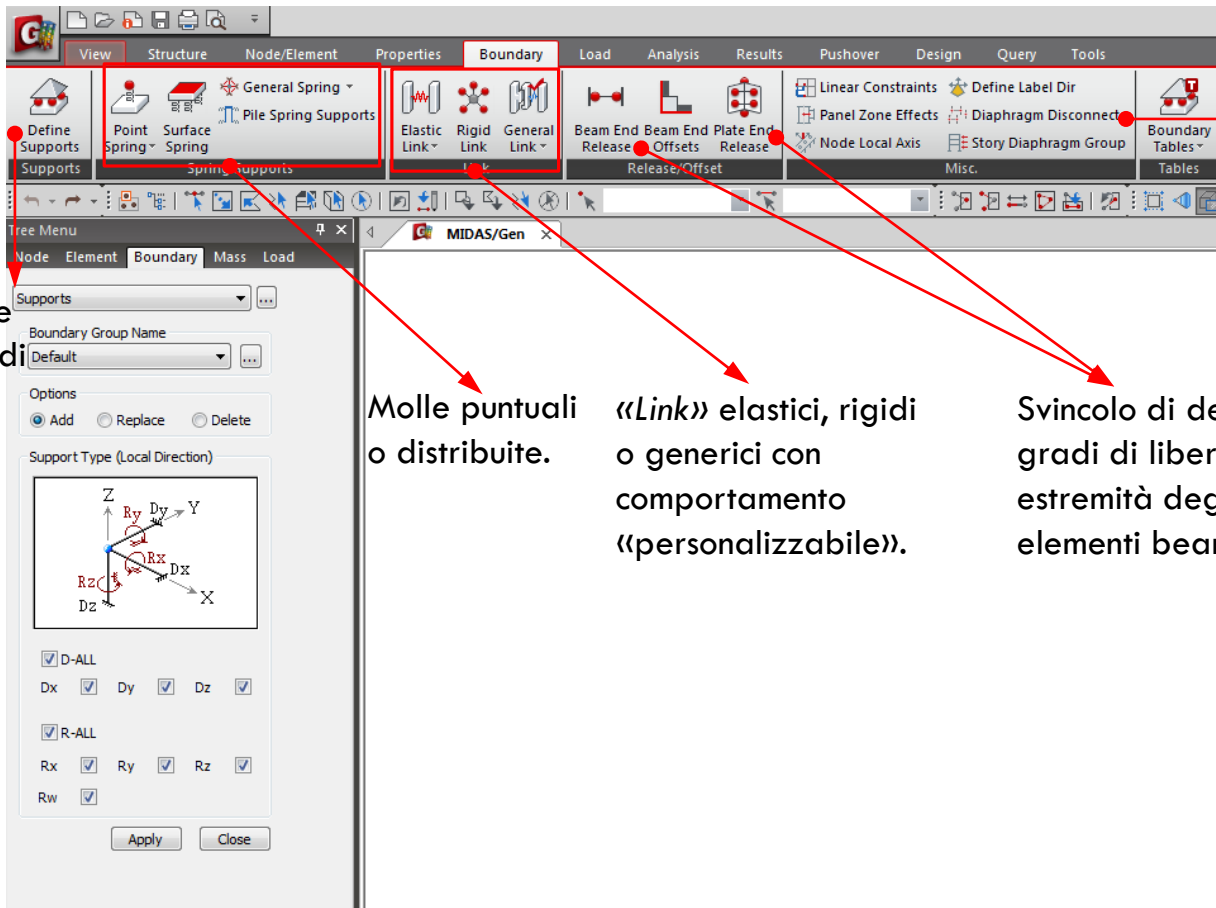
## COMANDI PRINCIPALI



Definizione delle proprietà anelastiche degli elementi.

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## COMANDI PRINCIPALI



Possibilità di svincolare determinati nodi dal piano rigido.

Definizione vincoli rigidi

Molle puntuali o distribuite.

«Link» elastici, rigidi o generici con comportamento «personalizzabile».

Svincolo di determinati gradi di libertà alle estremità degli elementi beam o plate.



# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *COSTRUZIONE DEL MODELLO*

Andiamo a modellare una struttura a tre piani.

Altezza interpiano : 3.2m

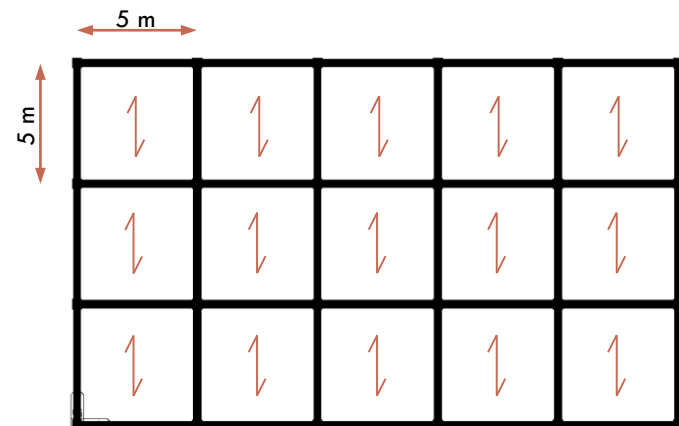
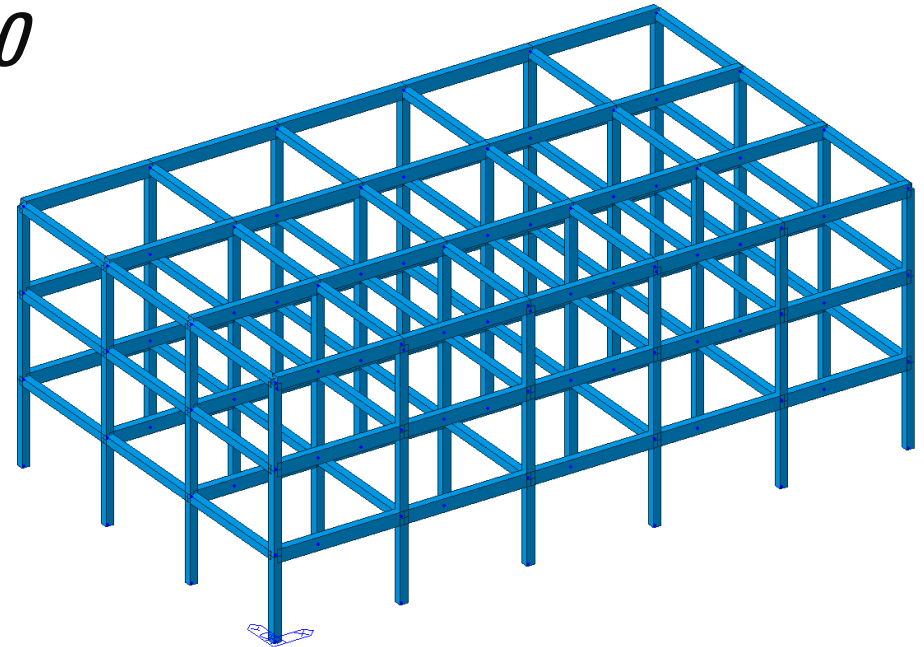
Campate di 5 metri in entrambe le direzioni.

Pilastri con sezioni 30x30 cm

Travi nella direzione longitudinale (x) 30x50 cm

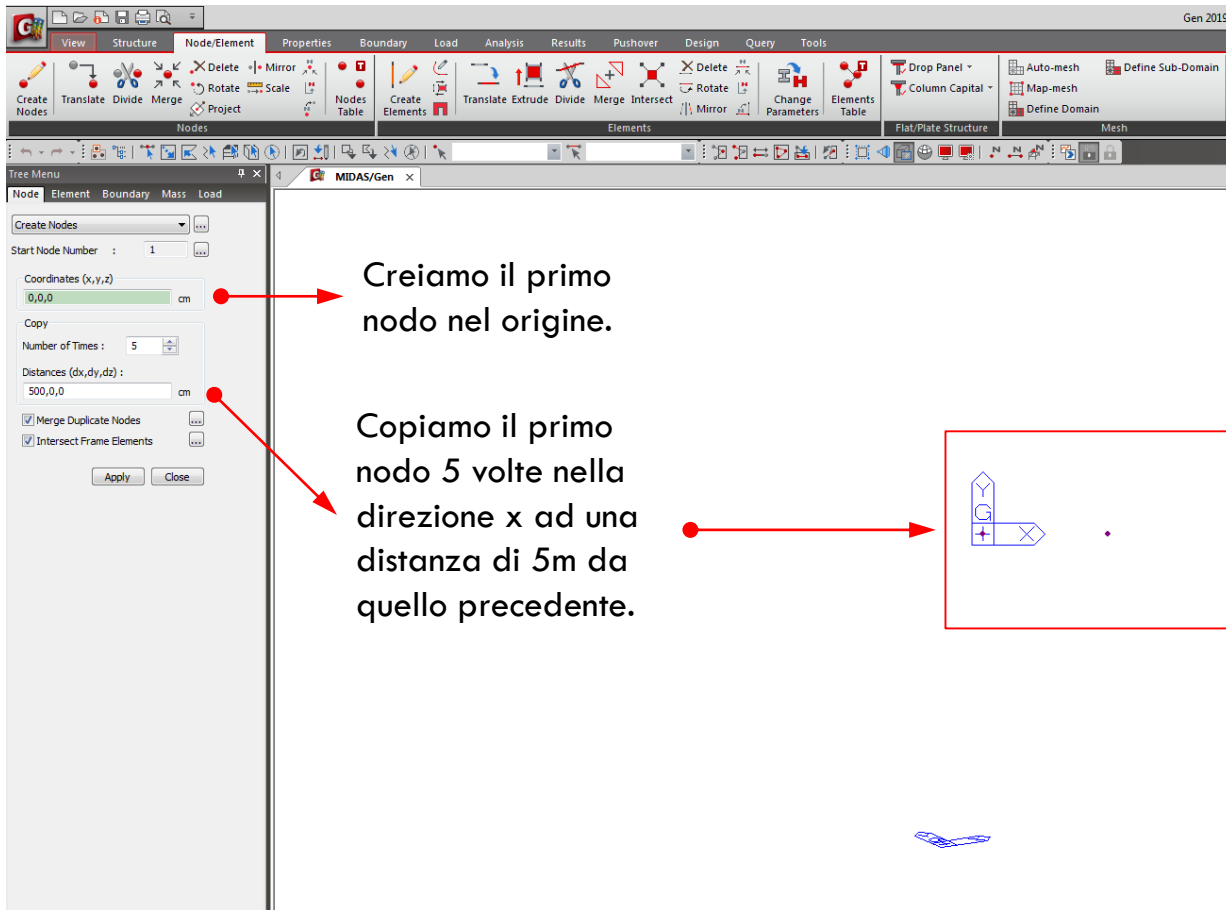
Travi perimetrali 30x50 cm

E travi secondarie nella direzione trasversale (y) 30x30 cm



# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *COSTRUZIONE DEL MODELLO*



The screenshot displays the MIDAS/Gen software interface. The 'Create Nodes' dialog box is open on the left, with the following settings:

- Coordinates (x,y,z): 0,0,0 cm
- Copy Number of Times: 5
- Distances (dx,dy,dz): 500,0,0 cm
- Checked options: Merge Duplicate Nodes, Intersect Frame Elements

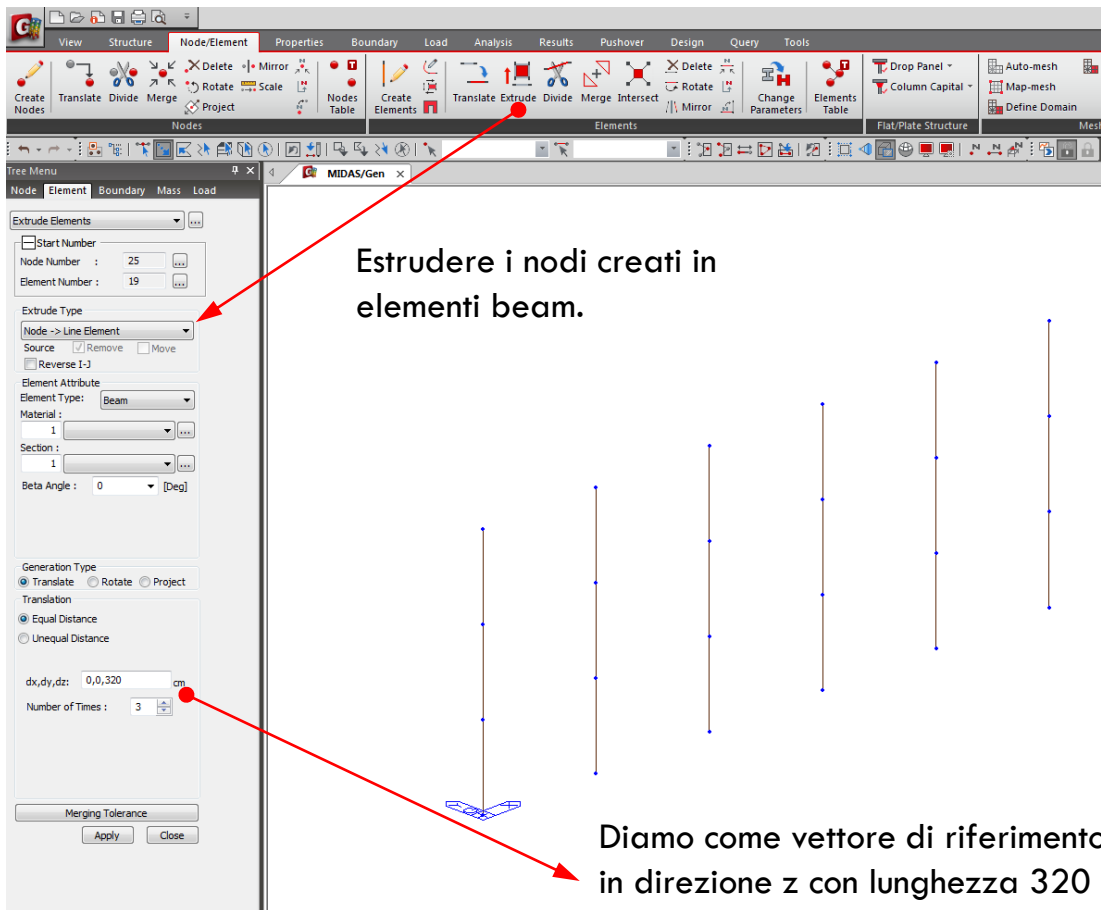
Two red arrows point from the dialog box to the 2D plot on the right. The first arrow points to the 'Coordinates (x,y,z)' field, and the second points to the 'Number of Times' field. The 2D plot shows a coordinate system with x and y axes. A blue L-shaped structure is visible at the origin. Five red dots are plotted along the x-axis, representing the nodes created by the software. A red box highlights the plot area.

Creiamo il primo nodo nell'origine.

Copiamo il primo nodo 5 volte nella direzione x ad una distanza di 5m da quello precedente.

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *Costruzione del Modello*

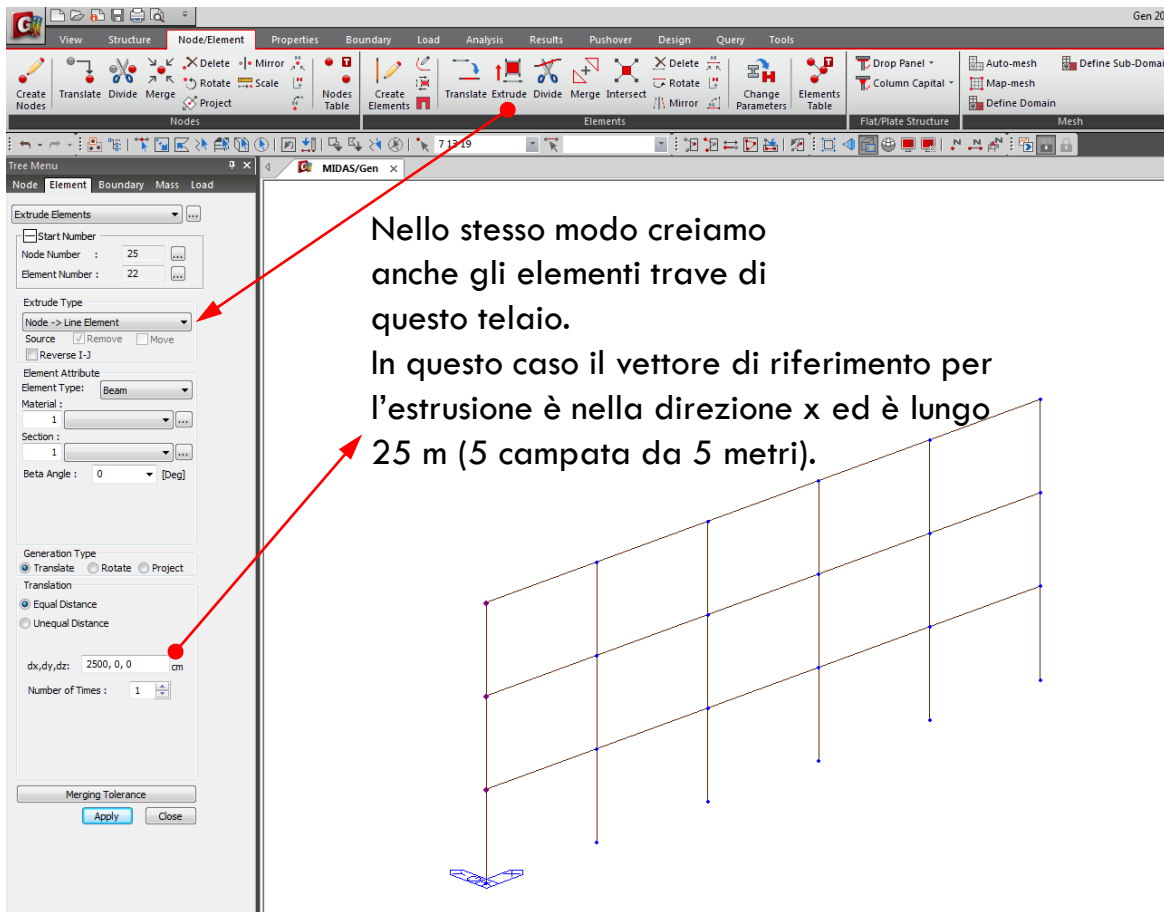


Estrudere i nodi creati in elementi beam.

Diamo come vettore di riferimento quello in direzione z con lunghezza 320 ed eseguiamo l'operazione 3 volte (3 piani).

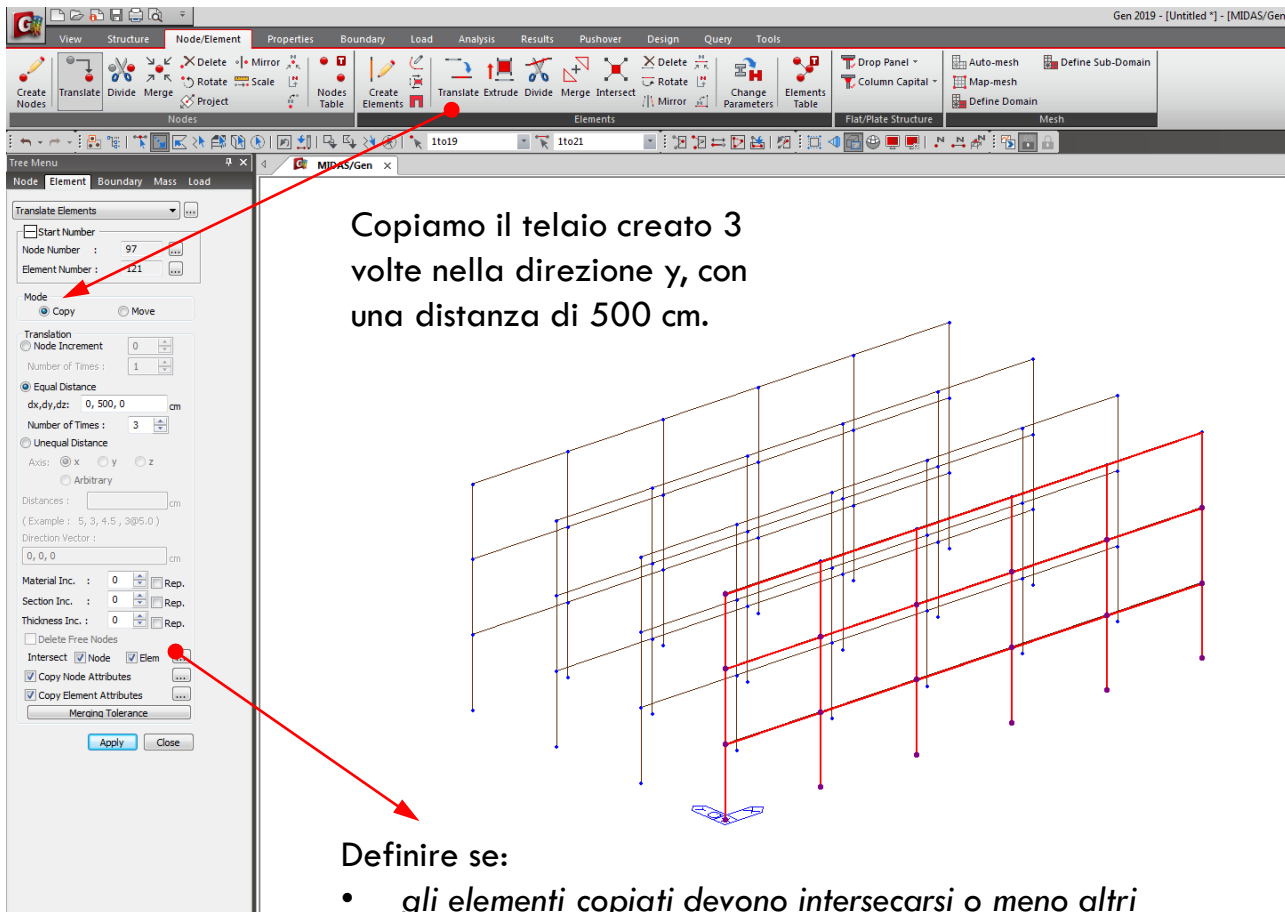
# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *Costruzione del Modello*



# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *Costruzione del Modello*



The screenshot displays the MIDAS/Gen software interface. The 'Translate Elements' dialog box is open on the left side, showing the 'Copy' option selected under 'Node'. The 'Translation' section is set to 'Equal Distance' with a 'Node Increment' of 0 and 'Number of Times' of 1. The 'dx,dy,dz' values are 0, 500, 0 cm. The 'Number of Times' is set to 3. The 'Intersect' options are checked for 'Node' and 'Elem'. The 'Copy Node Attributes' and 'Copy Element Attributes' options are also checked. The 'Apply' button is highlighted. In the background, a 3D structural model of a frame is visible, with a red arrow pointing from the 'Intersect' options in the dialog box to the model.

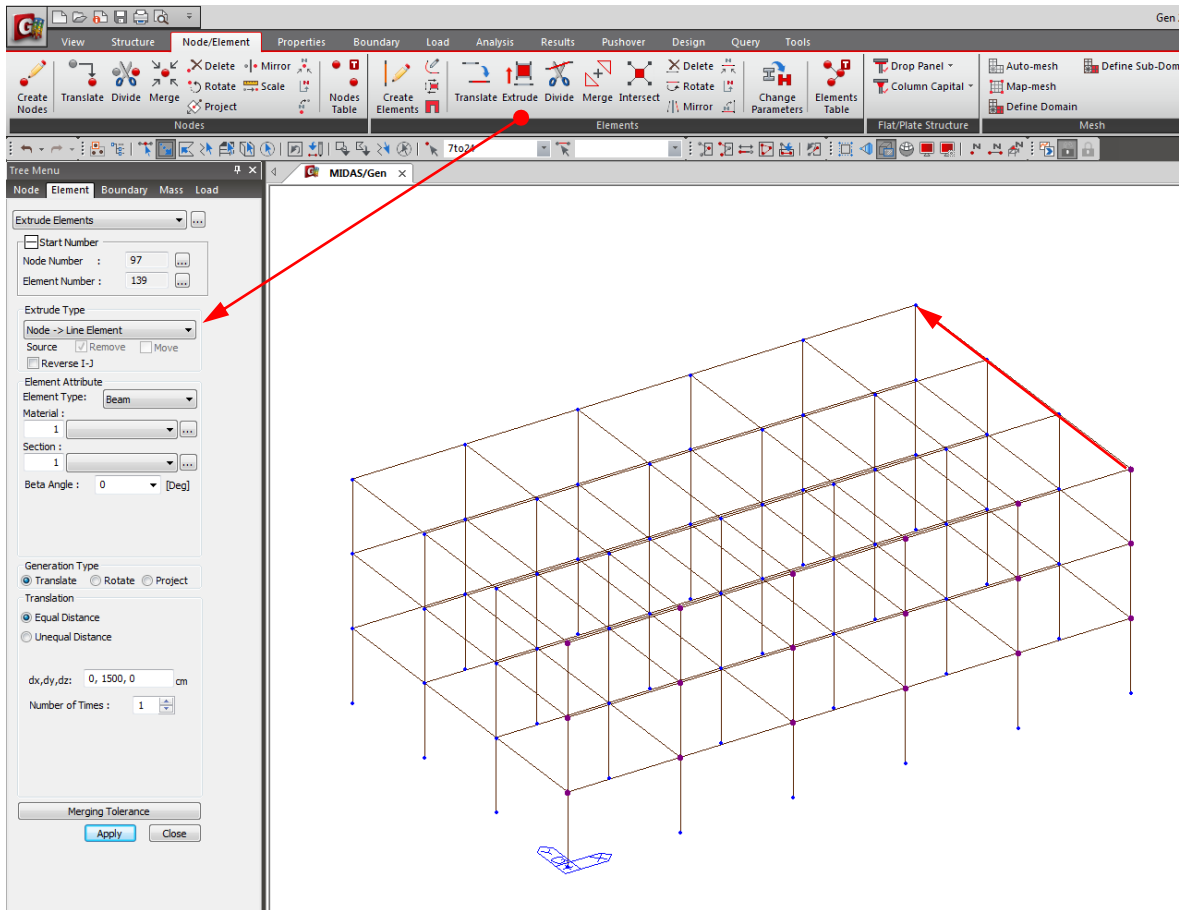
Copiamo il telaio creato 3 volte nella direzione y, con una distanza di 500 cm.

Definire se:

- gli elementi copiati devono intersecarsi o meno altri elementi o nodi
- copiare o meno gli attributi degli elementi o nodi

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *Costruzione del Modello*

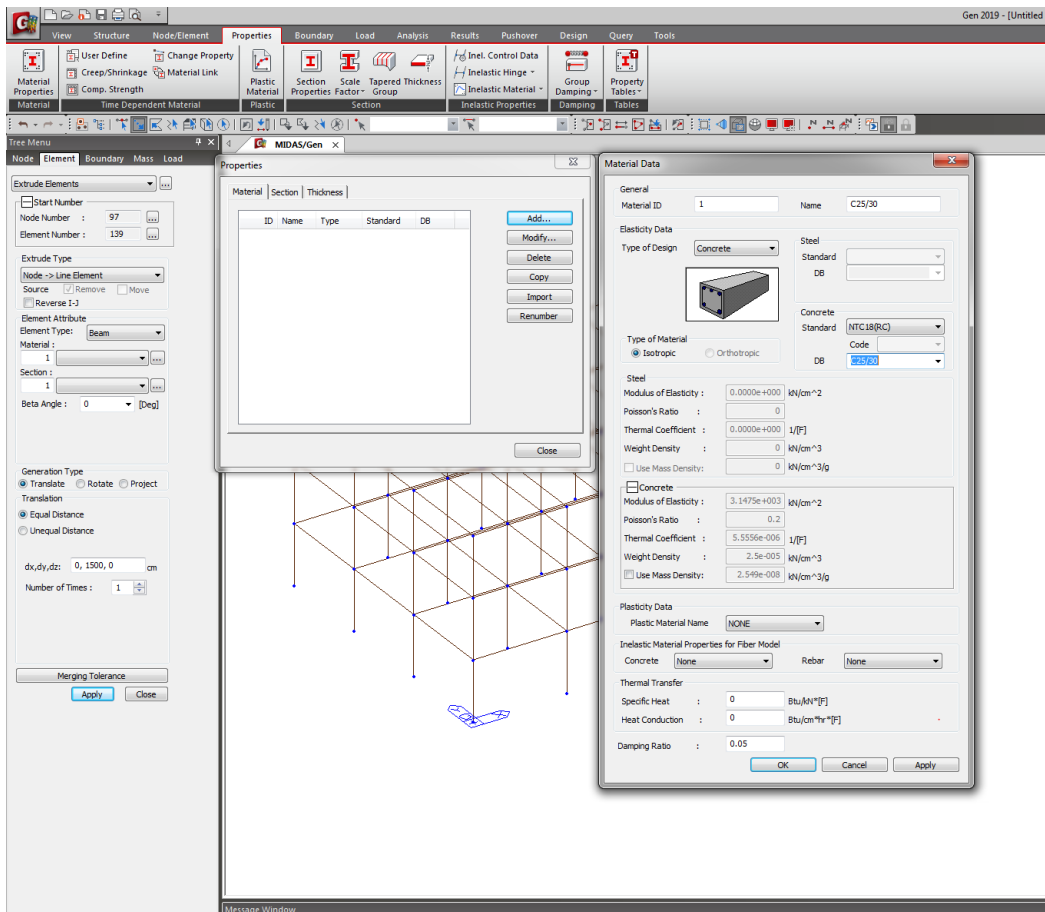


Per completare il modello basta creare tutte le travi nella direzione y.

Come prima, si estrudono i nodi del primo telaio nella direzione y per una lunghezza di 15 metri (3 campate da 5 m).

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *Costruzione del Modello*

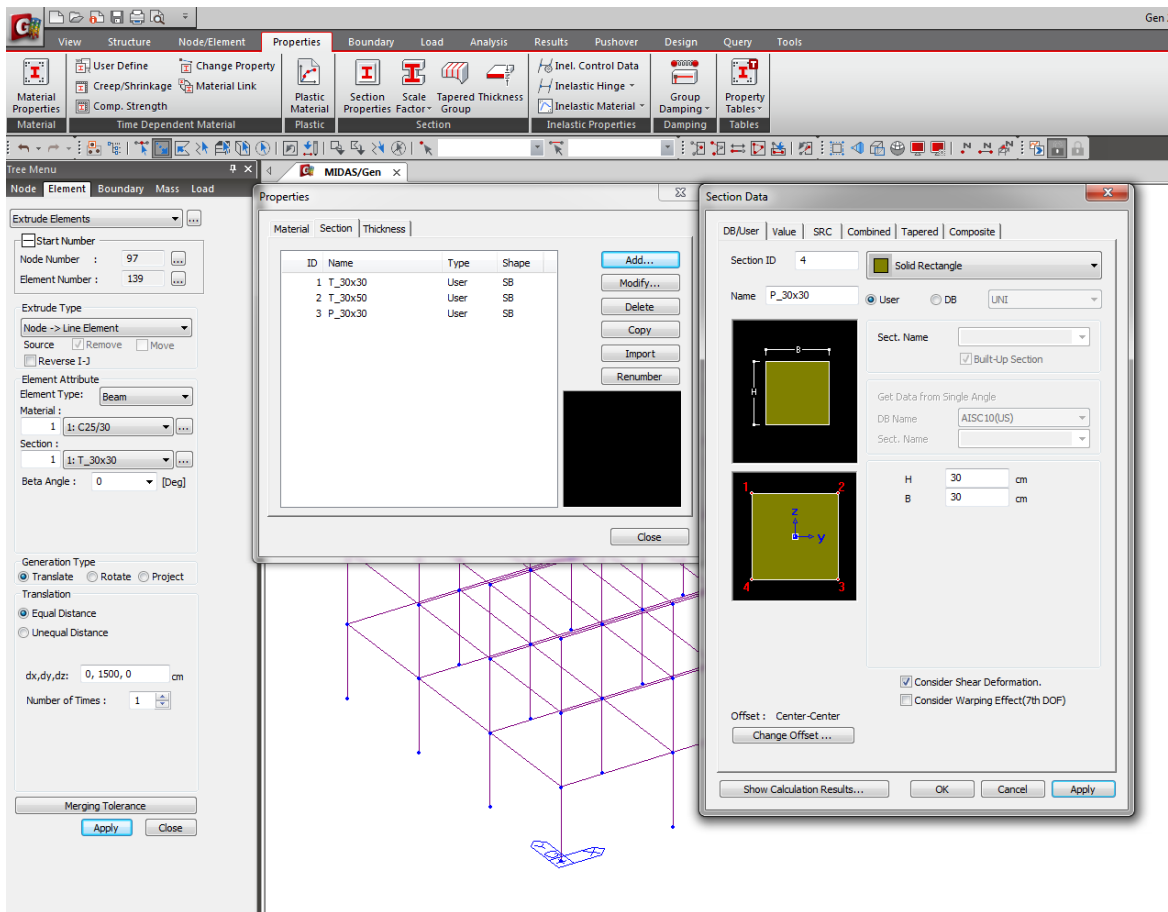


Definiamo adesso materiali e sezioni degli elementi

Scegliamo un calcestruzzo di classe C25/30 come materiale.

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *Costruzione del Modello*



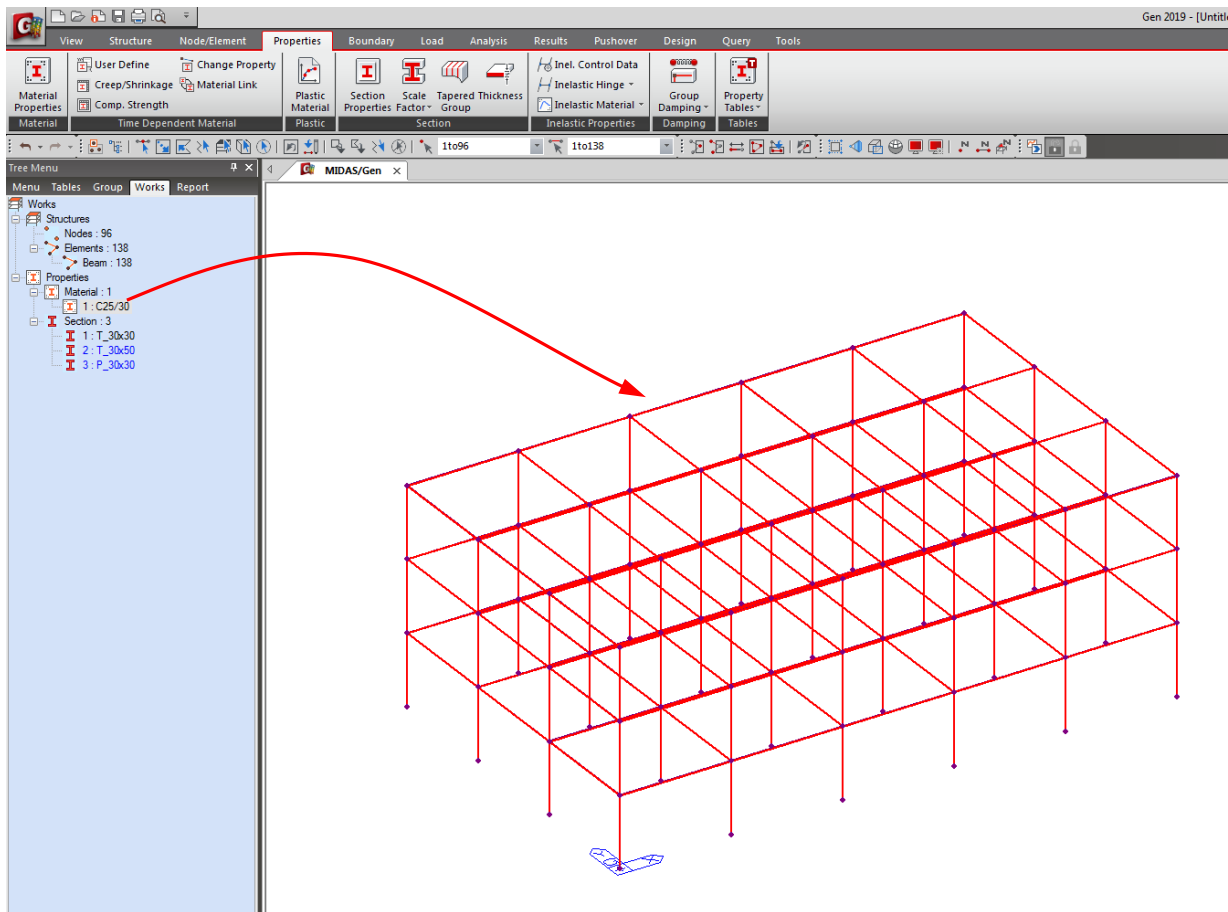
Definiamo adesso materiali e sezioni degli elementi

Creiamo le tre tipologie di sezioni definite inizialmente. Anche se geometricamente la sezione di alcune travi e pilastri può essere la stessa, è sempre consigliabile creare due tipologie diverse nel modello strutturale.



# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *COSTRUZIONE DEL MODELLO*



Assegnazione dei materiali e delle sezioni

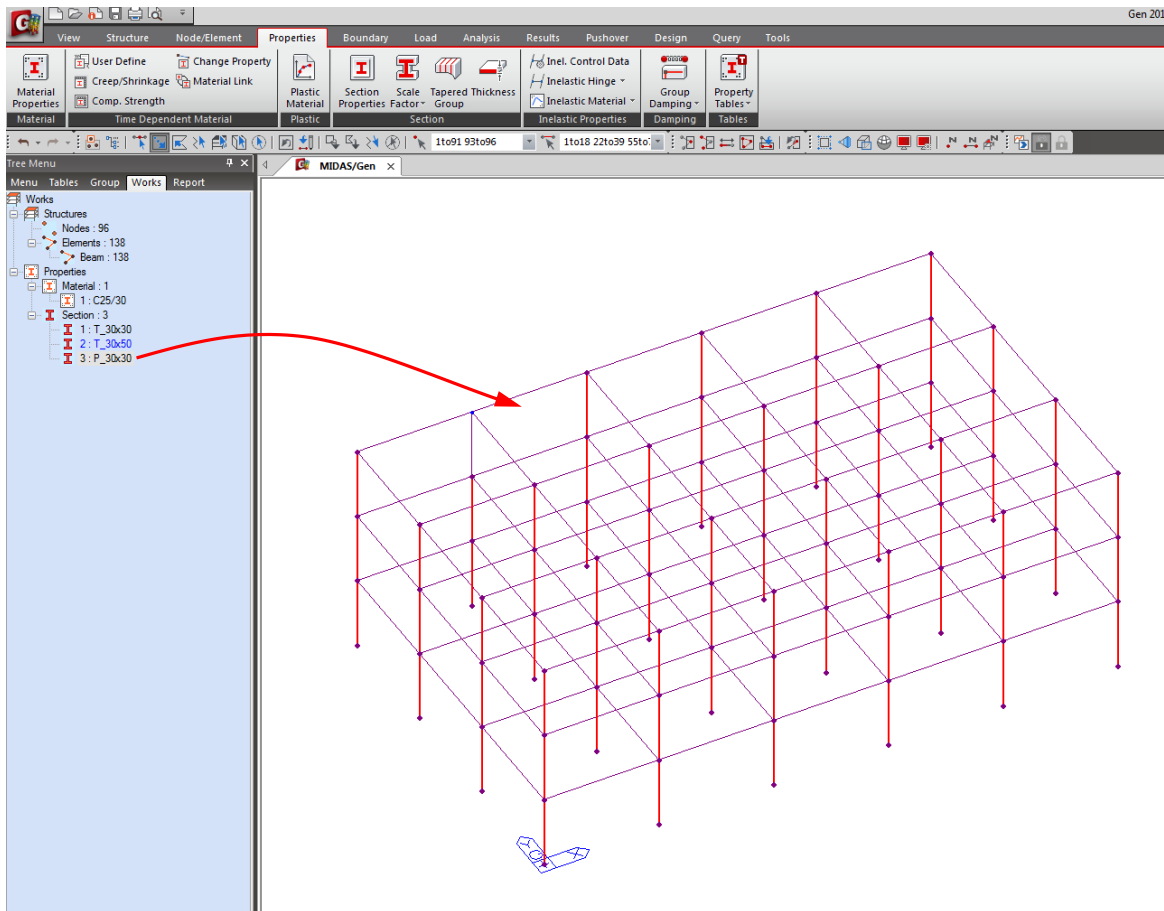
L'assegnazione di questi attributi può essere fatto in maniera molto semplice con il «*drag and drop*»

*Basta selezionare gli elementi a cui si vuole attribuire il materiale e/o sezione e successivamente trascinare il tipo di materiale all'interno della finestra del modello.*

*Le proprietà non assegnate ad alcun elemento sono evidenziate in blu.*

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *COSTRUZIONE DEL MODELLO*

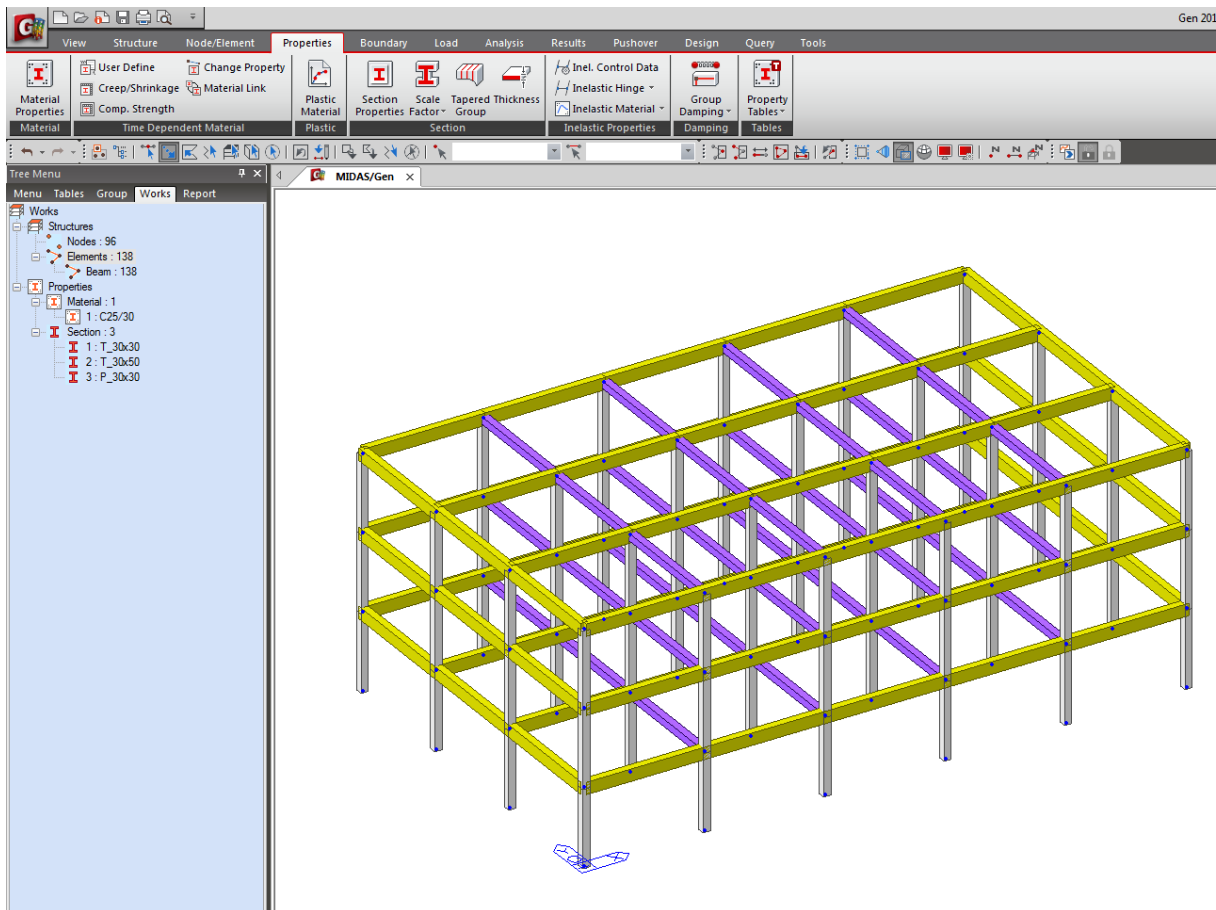


Assegnazione dei materiali e delle sezioni

Assegnammo così anche le sezioni ai diversi elementi già creati in precedenza.

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

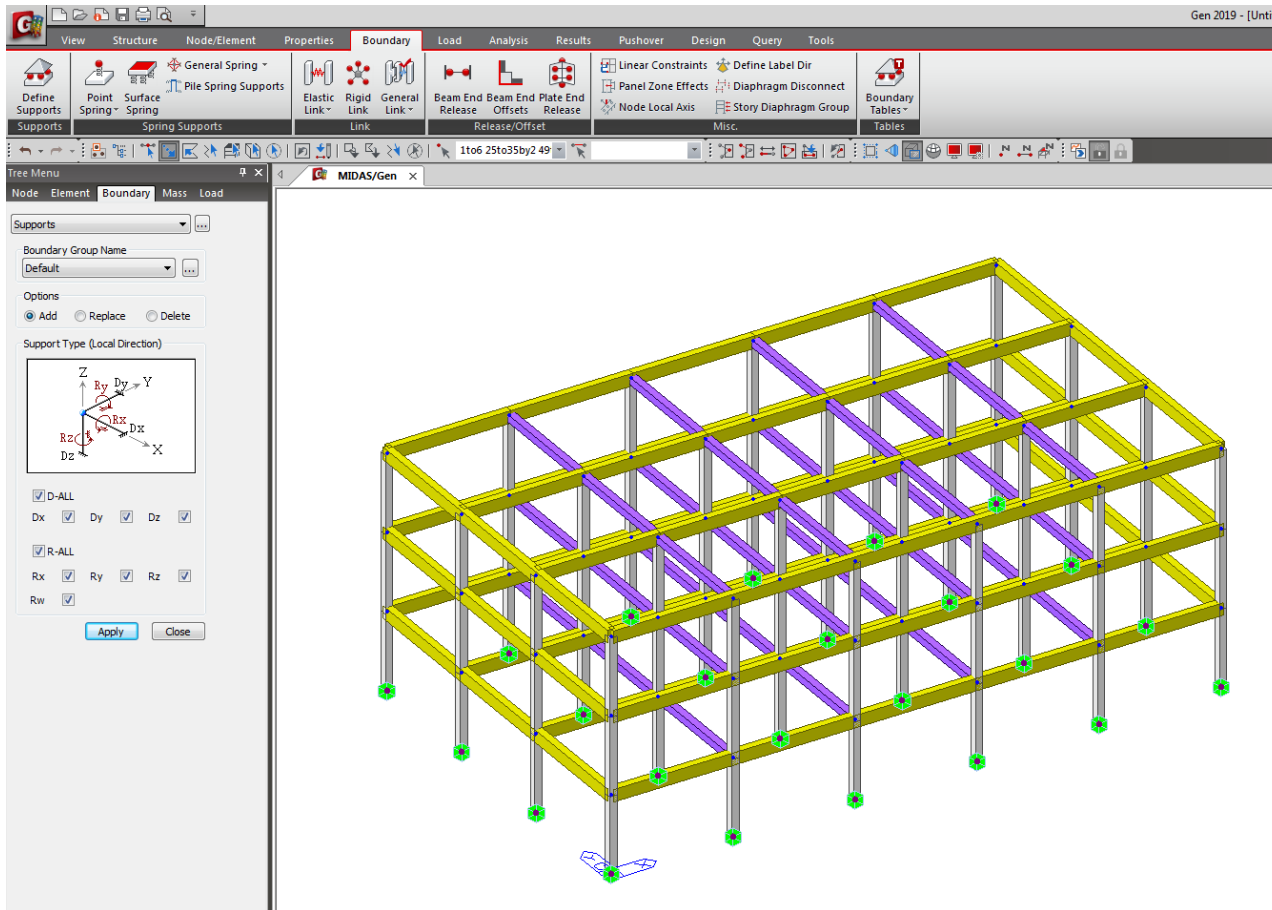
## *COSTRUZIONE DEL MODELLO*



Arriviamo quindi a questo modello finale.

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

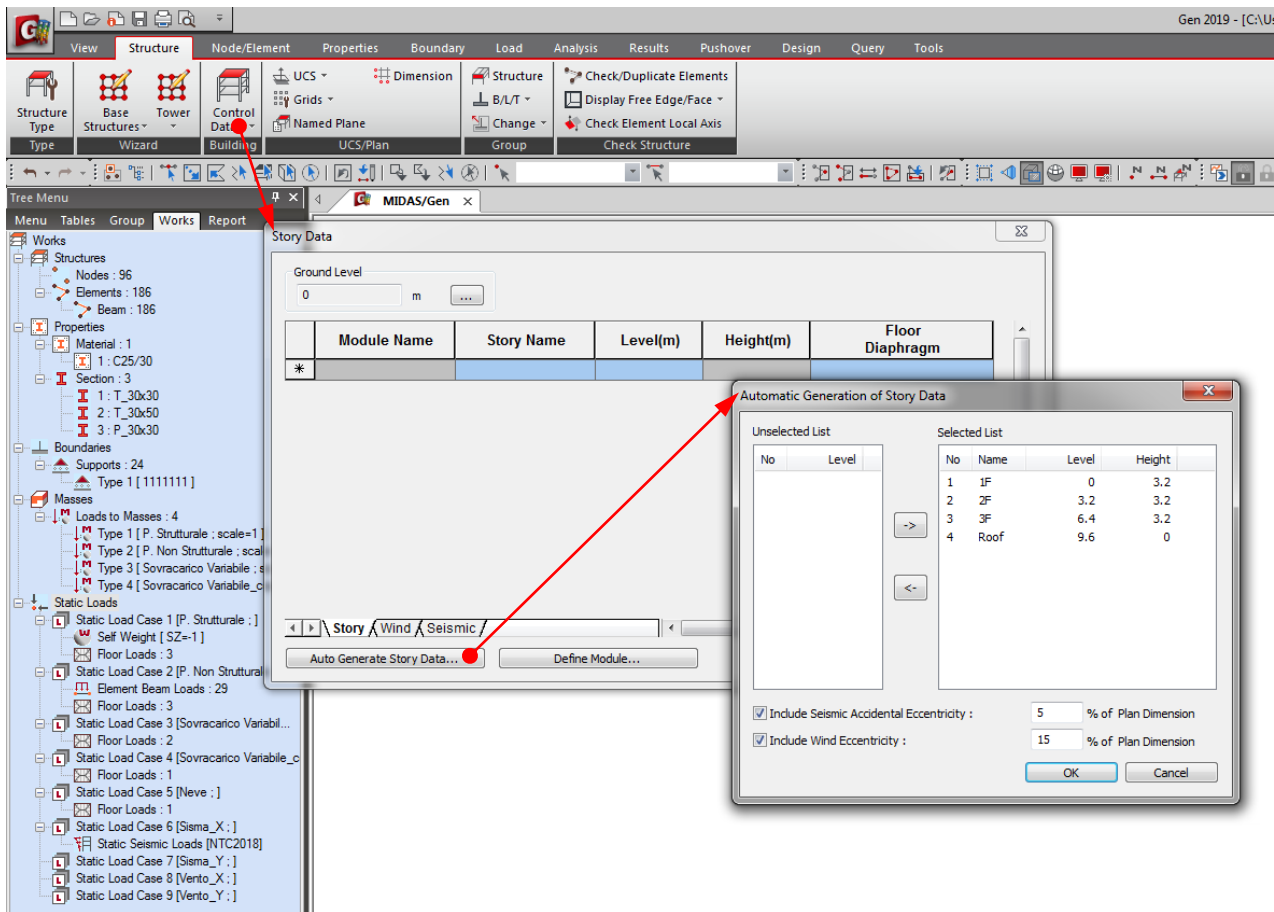
## *Costruzione del Modello*



Per quanto riguarda i vincoli assegnammo ai nodi alla base dei semplici vincoli ad incastro.

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

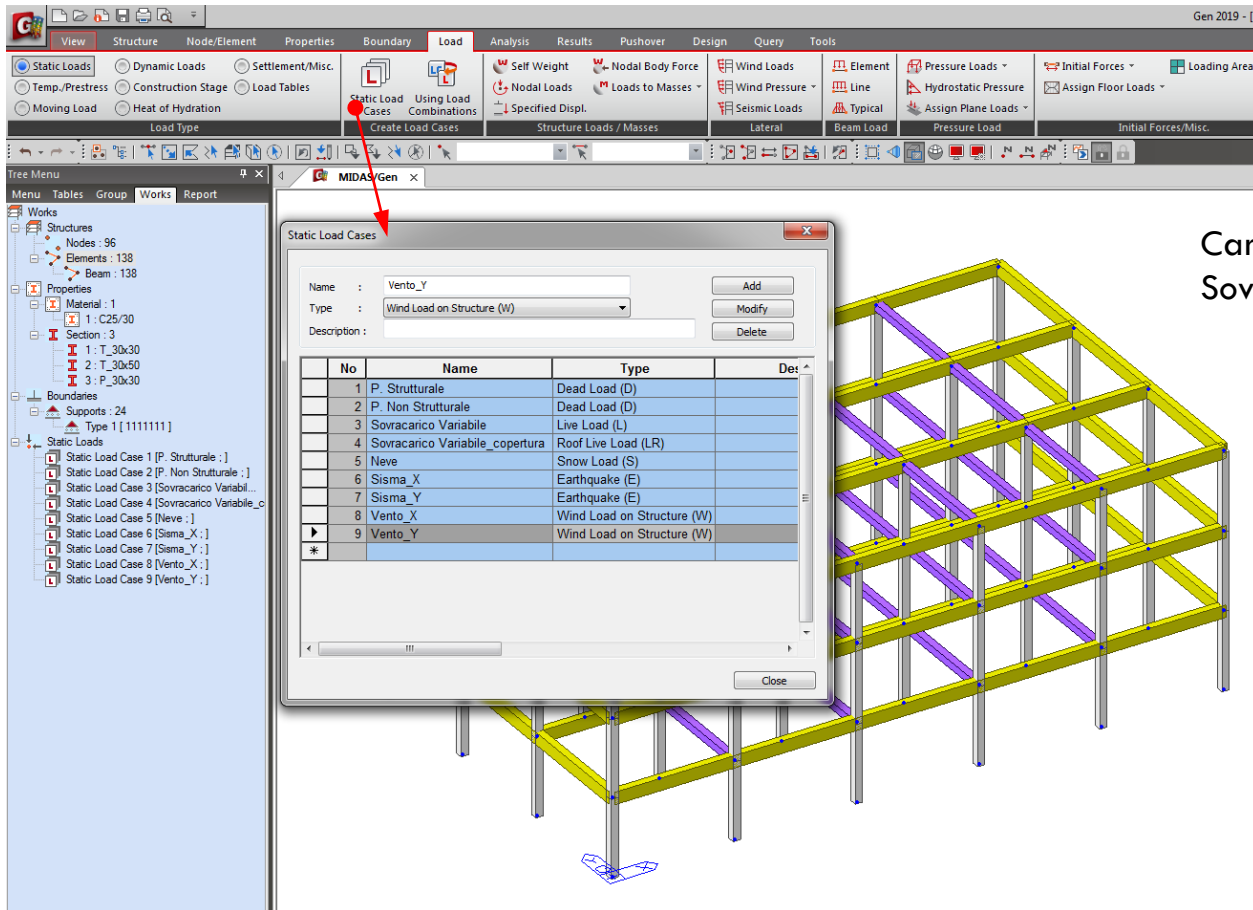
## *Costruzione del Modello*



Definizione dei piani della struttura

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *ANALISI STATICA LINEARE*



Definizione delle tipologie di carico

Carico permanente = Dead Load  
Sovraccarico variabile = Live Load

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## ANALISI STATICA LINEARE

### Assegnazione dei carichi

The screenshot displays the MIDAS/Gen software interface. The 'Load' menu is active, showing various load assignment options. Red arrows point from these options to descriptive text blocks:

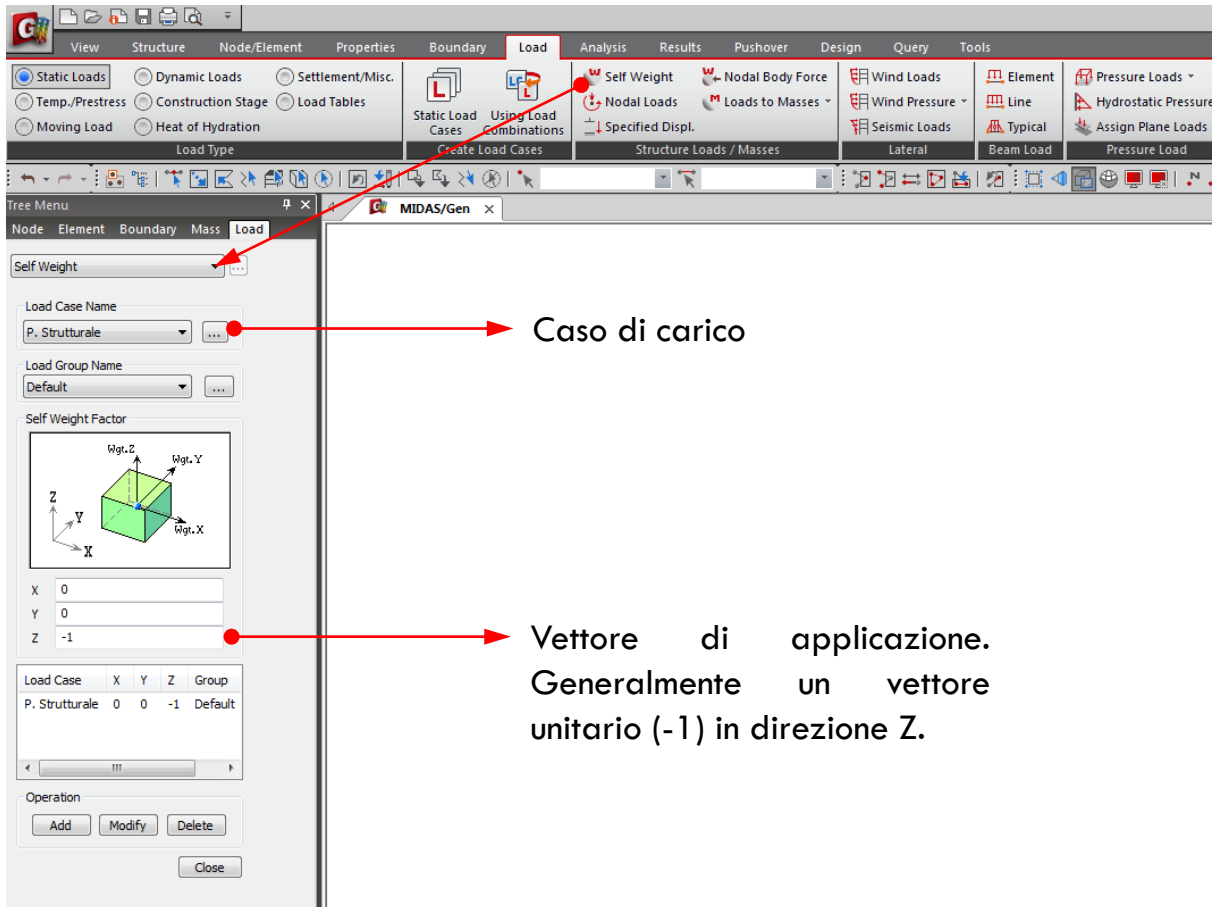
- Self Weight** points to: **Peso proprio degli elementi modellati.**
- Nodal Loads** points to: **Forze applicate ai nodi.**
- Specified Displ.** points to: **Spostamenti nodali imposti.**
- Loads to Masses** points to: **Conversione dei carichi in massa.**
- Wind Loads** points to: **Forza statica dovuta al vento.**
- Seismic Loads** points to: **Carico sismico (solo per analisi statiche lineari).**
- Element** points to: **Carichi lineari distribuiti uniformemente, trapezoidali e triangolari.**
- Pressure Loads** points to: **Carichi di pressione (assegnabili solo ad elementi plate o solid).**
- Assign Floor Loads** points to: **Carichi distribuiti su superficie (assegnabile ad elementi beam complanari).**

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *ANALISI STATICA LINEARE*

### Assegnazione dei carichi

Per semplicità utilizziamo il «*Floor Load*» per il carico distribuito nei vari piani. Per il carico dovuto alle tamponature invece utilizziamo il carico distribuito sugli elementi.



Caso di carico

Vettore di applicazione.  
Generalmente un vettore unitario (-1) in direzione Z.



# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

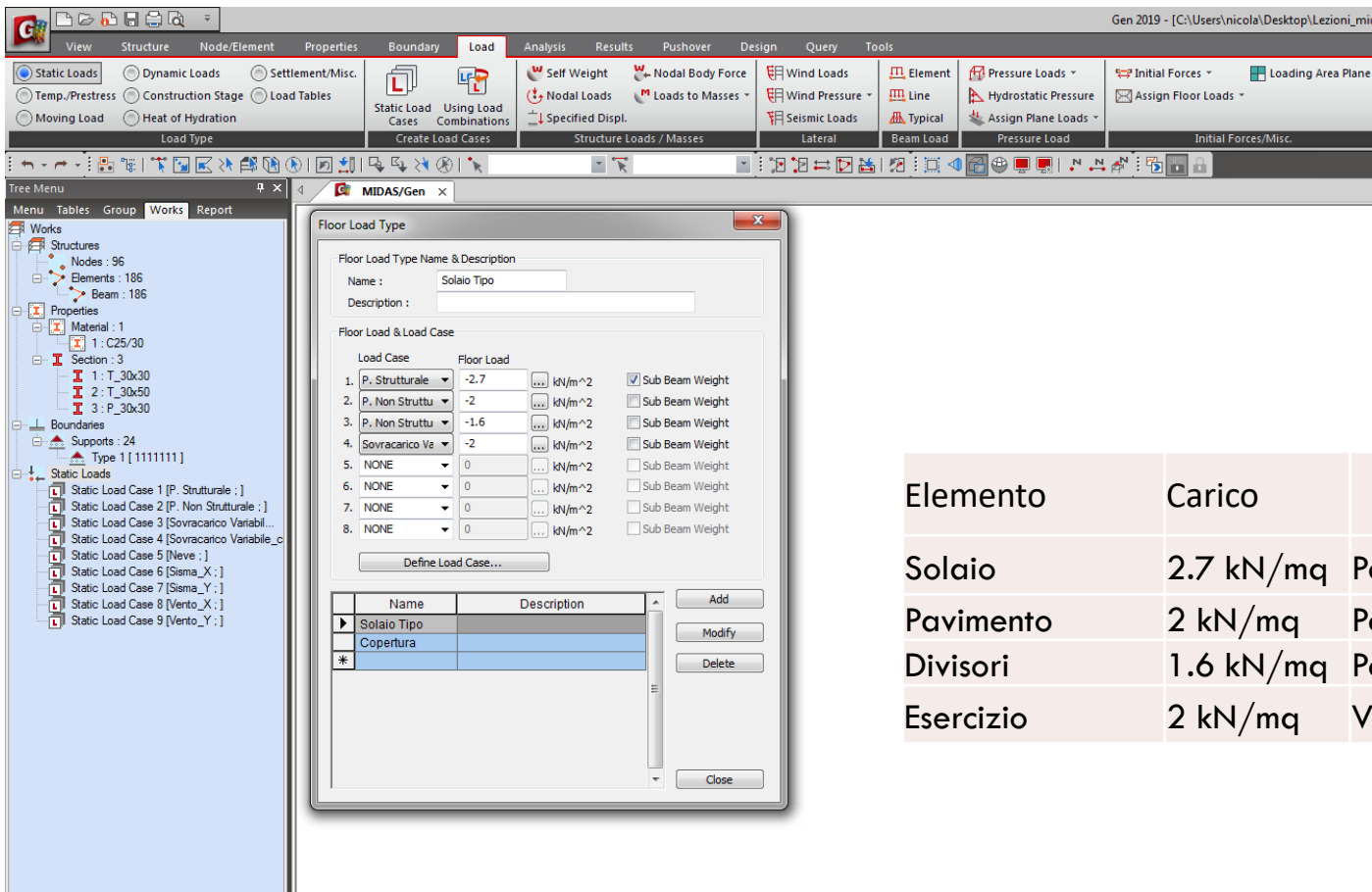
## *ANALISI STATICA LINEARE*

### Assegnazione dei carichi

Per semplicità utilizziamo il «Floor Load» per il carico distribuito nei vari piani. Per il carico dovuto alle tamponature invece utilizziamo il carico distribuito sugli elementi.

Solaio interpiano tipo:

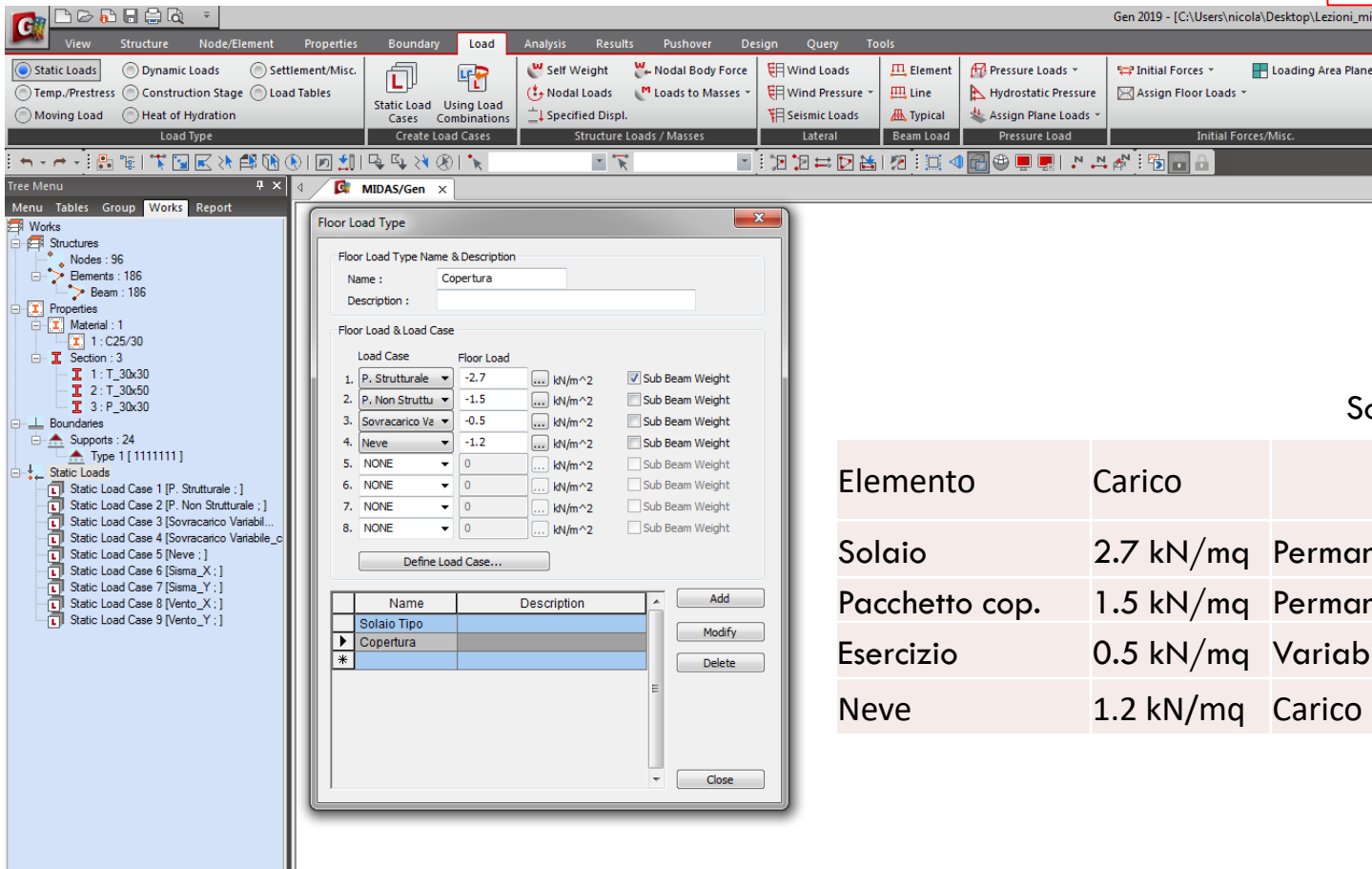
Elemento	Carico	Tipo	
Solaio	2.7 kN/mq	Permanenti strutturali	G1
Pavimento	2 kN/mq	Permanenti non strutturali	G2
Divisori	1.6 kN/mq	Permanenti non strutturali	G2
Esercizio	2 kN/mq	Variabile	Q



# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *ANALISI STATICA LINEARE*

Assegnazione dei carichi



Solaio di copertura:

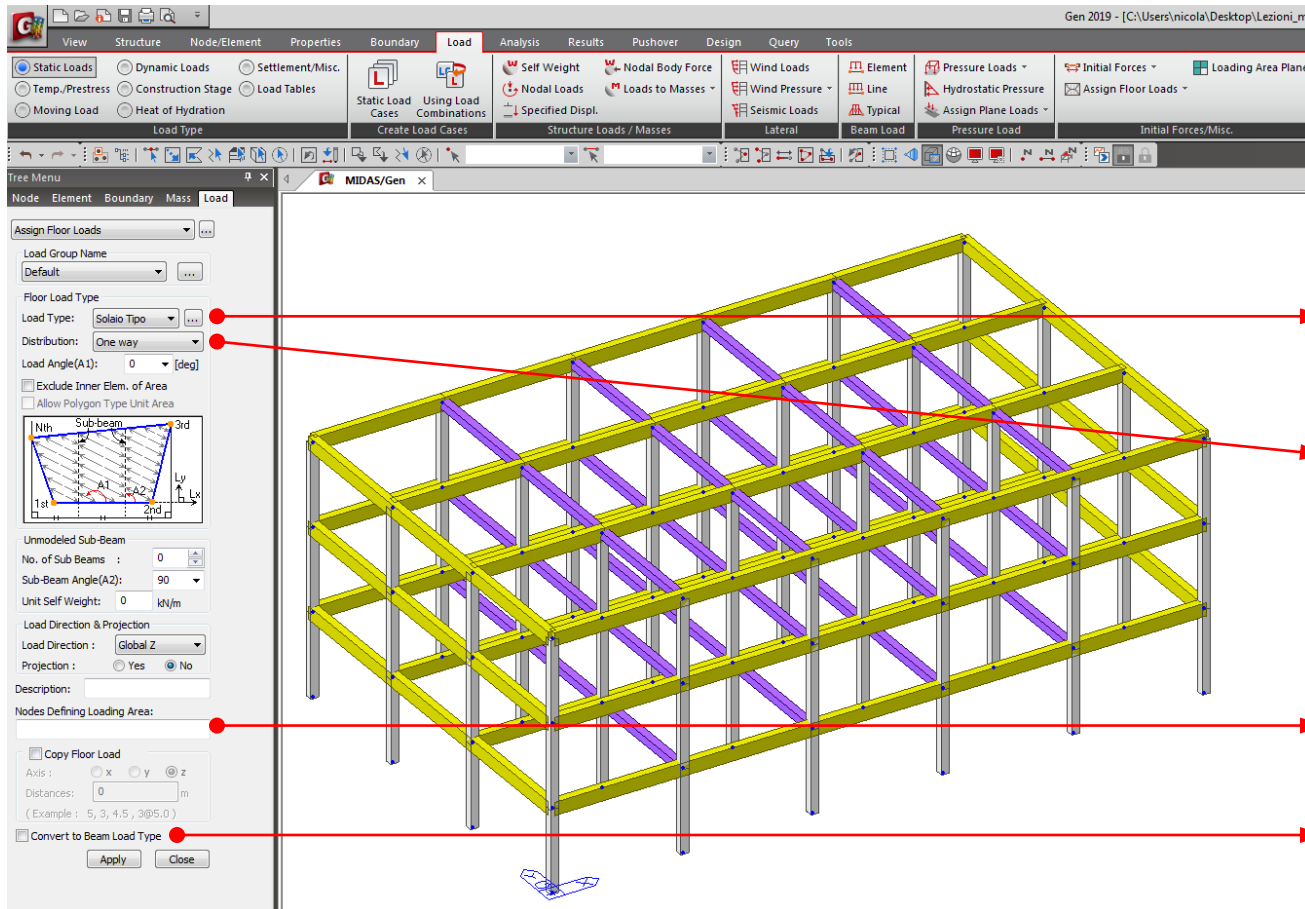
Elemento	Carico	Tipo	
Solaio	2.7 kN/mq	Permanenti strutturali	G1
Pacchetto cop.	1.5 kN/mq	Permanenti non strutturali	G2
Esercizio	0.5 kN/mq	Variable	Q
Neve	1.2 kN/mq	Carico neve	Q

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## ANALISI STATICA LINEARE

### Assegnazione dei carichi

Dopo la definizione possiamo assegnare il «*Floor Load*» nei vari piani



Tipo di «*Floor Load*» prima creato.

Orditura del solaio (unidirezionale o bidirezionale). In questo caso «*One way*».

Selezione dei nodi che definiscono il piano su cui agisce il carico. **La prima linea definisce anche il senso di orditura del solaio.**

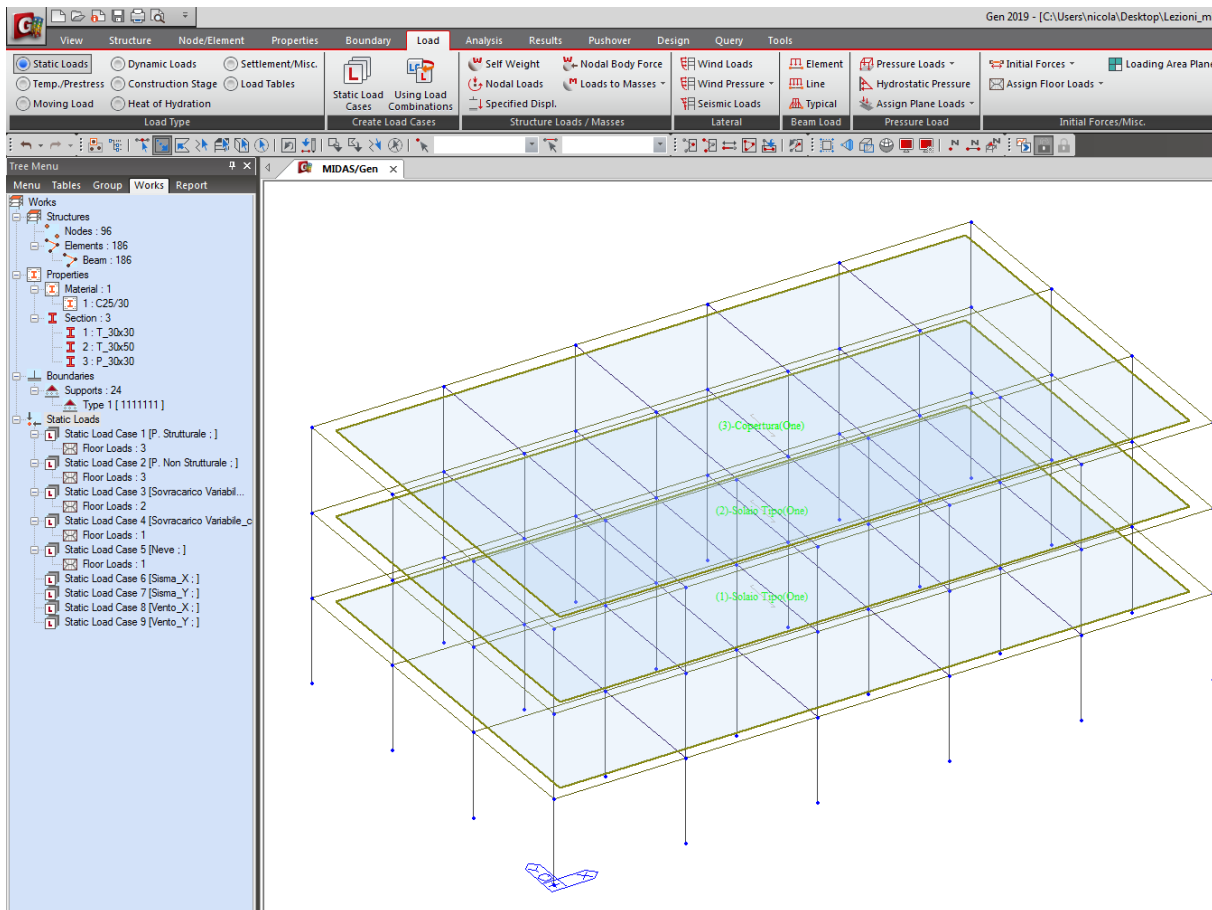
Eventualmente il «*Floor Load*» può essere convertito in «*Beam Load*».

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *ANALISI STATICA LINEARE*

### Assegnazione dei carichi

Dopo la definizione possiamo assegnare il «*Floor Load*» nei vari piani.

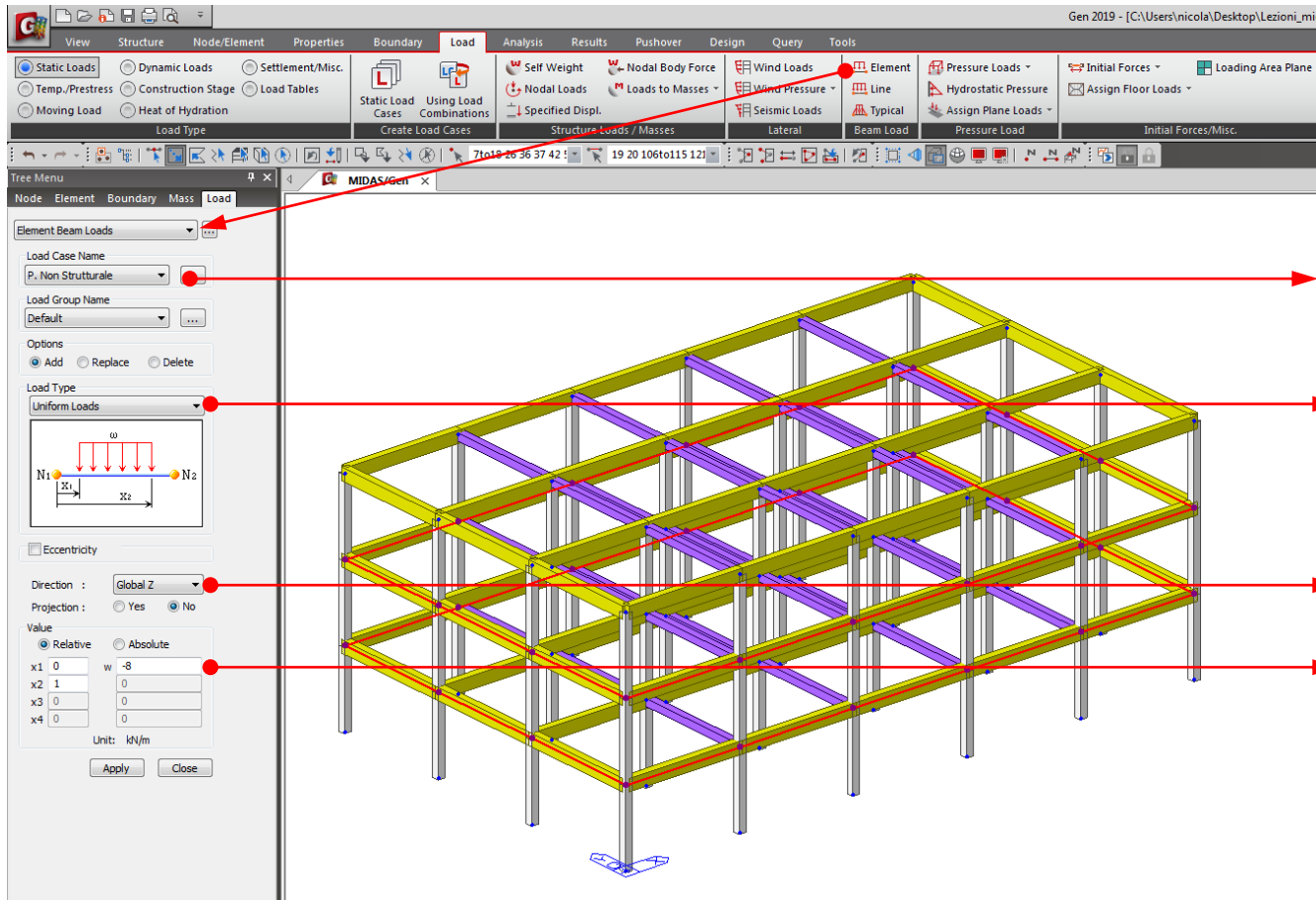


# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## ANALISI STATICA LINEARE

Assegnazione dei carichi

Assegnammo il carico dovuto alle tamponature



Caso di carico (scelta da quelli creati in precedenza).

Tipo di carico (forza, momento) e come è distribuito (uniforme, trapezoidale).

Direzione di riferimento.

Carico in kN/m:  
In questo caso ipotizziamo un carico di 8 kN/m.

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *ANALISI STATICA LINEARE*

### Assegnazione dei carichi

Prima della definizione dei carichi sismici è necessario definire le masse della struttura.

The screenshot shows the MIDAS Gen software interface with the 'Loads to Masses' dialog box open. The dialog box contains the following information:

- Mass Direction:** Radio buttons for X, Y, Z. The 'X, Y' option is selected.
- Load Type for Converting:** Checkboxes for Nodal Load, Beam Load, Floor Load, and Pressure (Hydrostatic). All are checked.
- Gravity:** 9.806 m/sec<sup>2</sup>
- Load Case / Factor:** Load Case: Sovraccarico V, Scale Factor: 0.3
- Table:**

LoadCase	Scale
P. Struttur...	1
P. Non Str...	1
Sovraccaric...	0.3
Sovraccaric...	0.3

Buttons: Add, Modify, Delete, Remove Load to Mass Data, OK, Cancel.

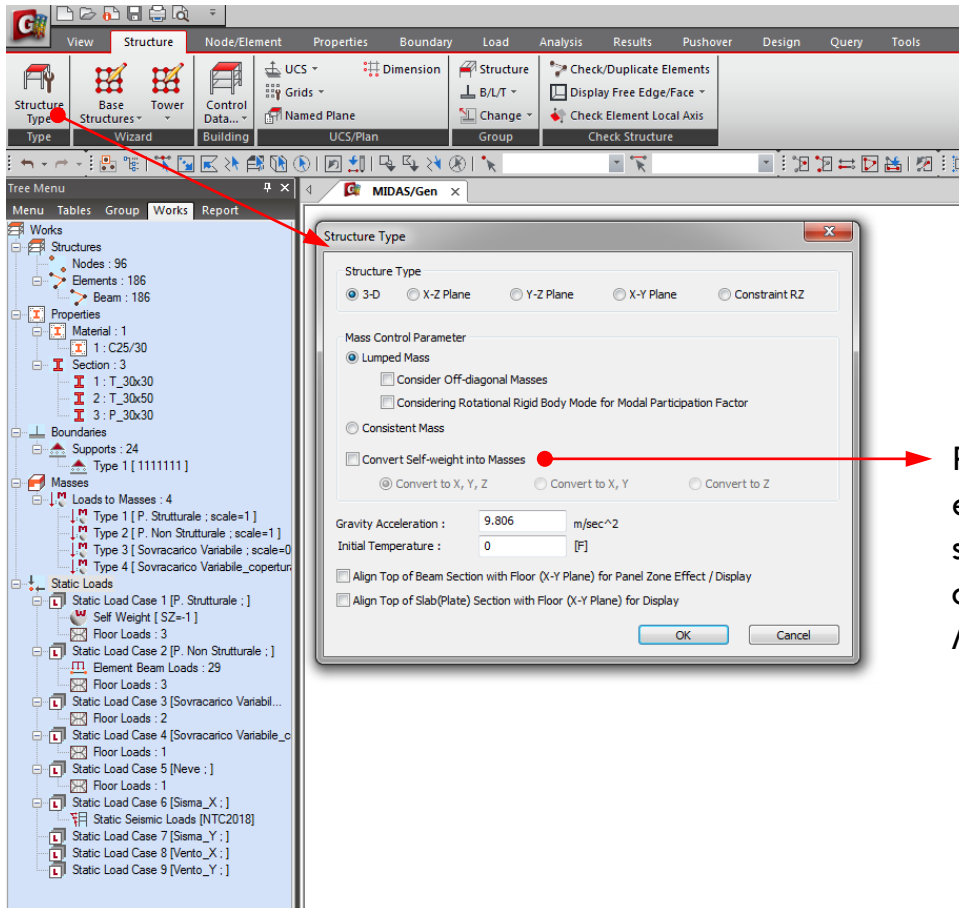
Inseriamo tutti i casi di carico che partecipano alla massa sismica con i relativi coefficienti della combinazione sismica (1 carichi permanenti e 0.3 quelli variabili).

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *ANALISI STATICA LINEARE*

### Assegnazione dei carichi

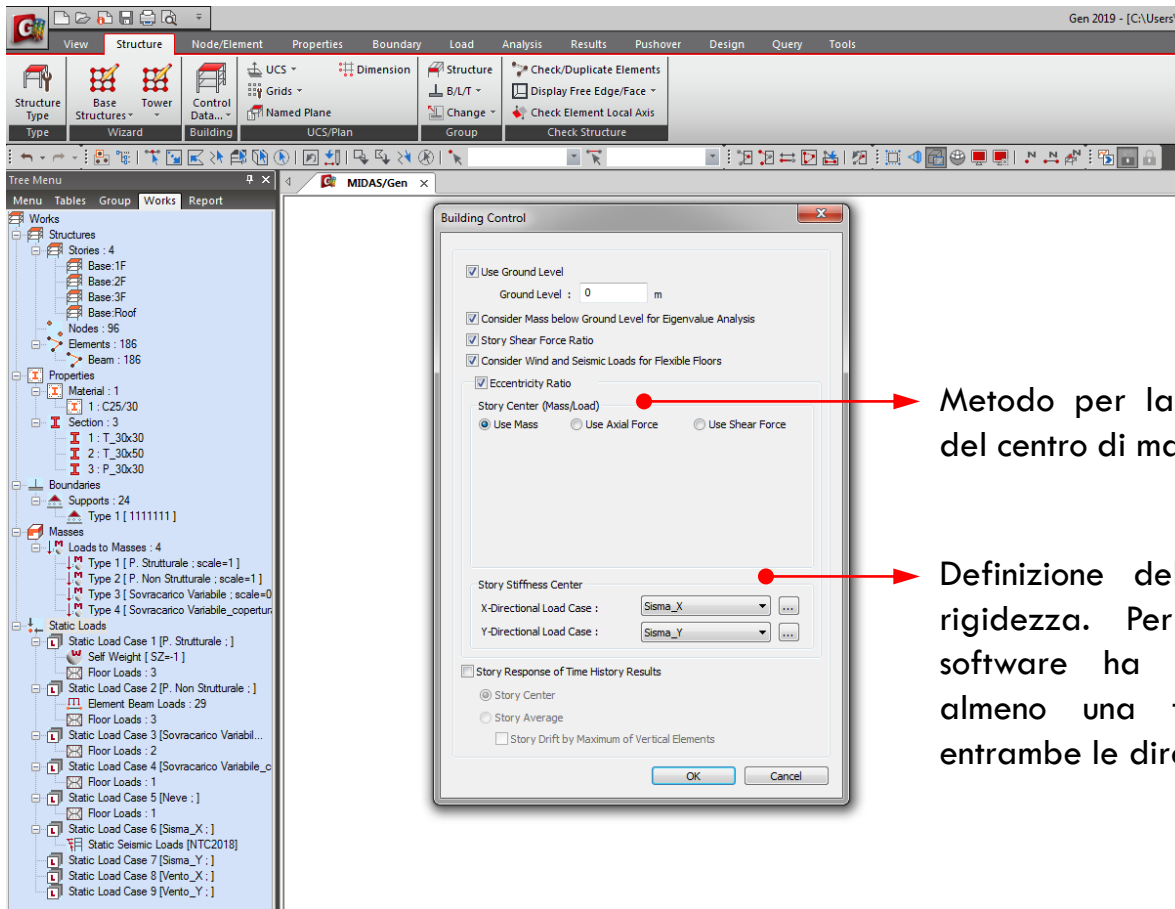
Prima della definizione dei carichi sismici è necessario definire le masse della struttura.



Per convertire il peso proprio degli elementi in massa bisogna spuntare, sotto «Structure Type», il comando «Convert Self-weight into Masses».

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *ANALISI STATICA LINEARE*



Definizione del centro di massa e di rigidezza

Metodo per la definizione del centro di massa

Definizione del centro di rigidezza. Per questo il software ha bisogno di almeno una forzante in entrambe le direzioni.



# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## ANALISI STATICA LINEARE

### Assegnazione dei carichi

Anche se il carico verticale del tamponamento all'ultimo piano grava interamente sulla trave inferiore, metà della sua massa sismica deve essere assegnata al piano di copertura.

The screenshot shows the MIDAS Gen software interface. The 'Load' menu is open, and the 'Floor Diaphragm Masses' dialog box is displayed. The dialog box is set to 'Point Mass' and 'Roof' for both 'Start Story' and 'End Story'. The mass value is 32.62 kN/g. The mass per unit area (Mr) is 0 kN/g/m<sup>2</sup>. The center of mass coordinates (Xc, Yc) are 12.5, 7.5 m. The dialog box also shows a table for assigning masses to different stories.

Story	Type	Xc	Yc

Piano al quale assegniamo una massa aggiuntiva rispetto a quelle precedentemente definite.

Massa in kN/g  
In questo caso: 32.62 kN/g

Punto dove assegniamo la massa. Ipotizzando una distribuzione simmetrica secondo entrambi gli assi x e y possiamo assegnare la massa al baricentro dell'edificio.

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## ANALISI STATICA LINEARE

### Assegnazione dei carichi

Carico di Vento e carico Sismico.

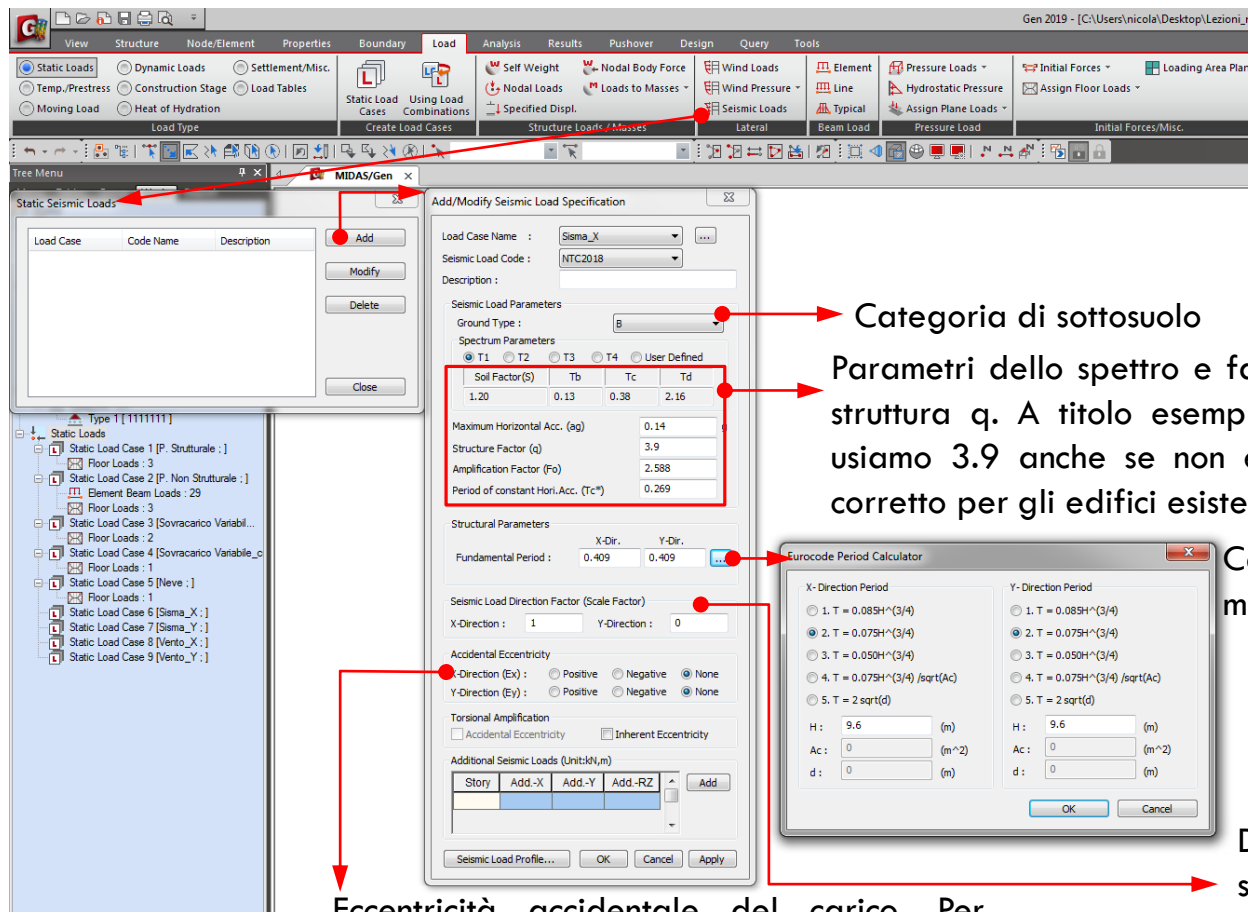
In questo caso possiamo calcolare il valore del carico da normativa e inserirlo come carico concentrato nei vari piani, oppure sfruttare i tool all'interno del software per la loro definizione.

Categoria di sottosuolo  
 Parametri dello spettro e fattore di struttura  $q$ . A titolo esemplificativo usiamo 3.9 anche se non è quello corretto per gli edifici esistenti.

Calcolo del periodo con il metodo semplificato.

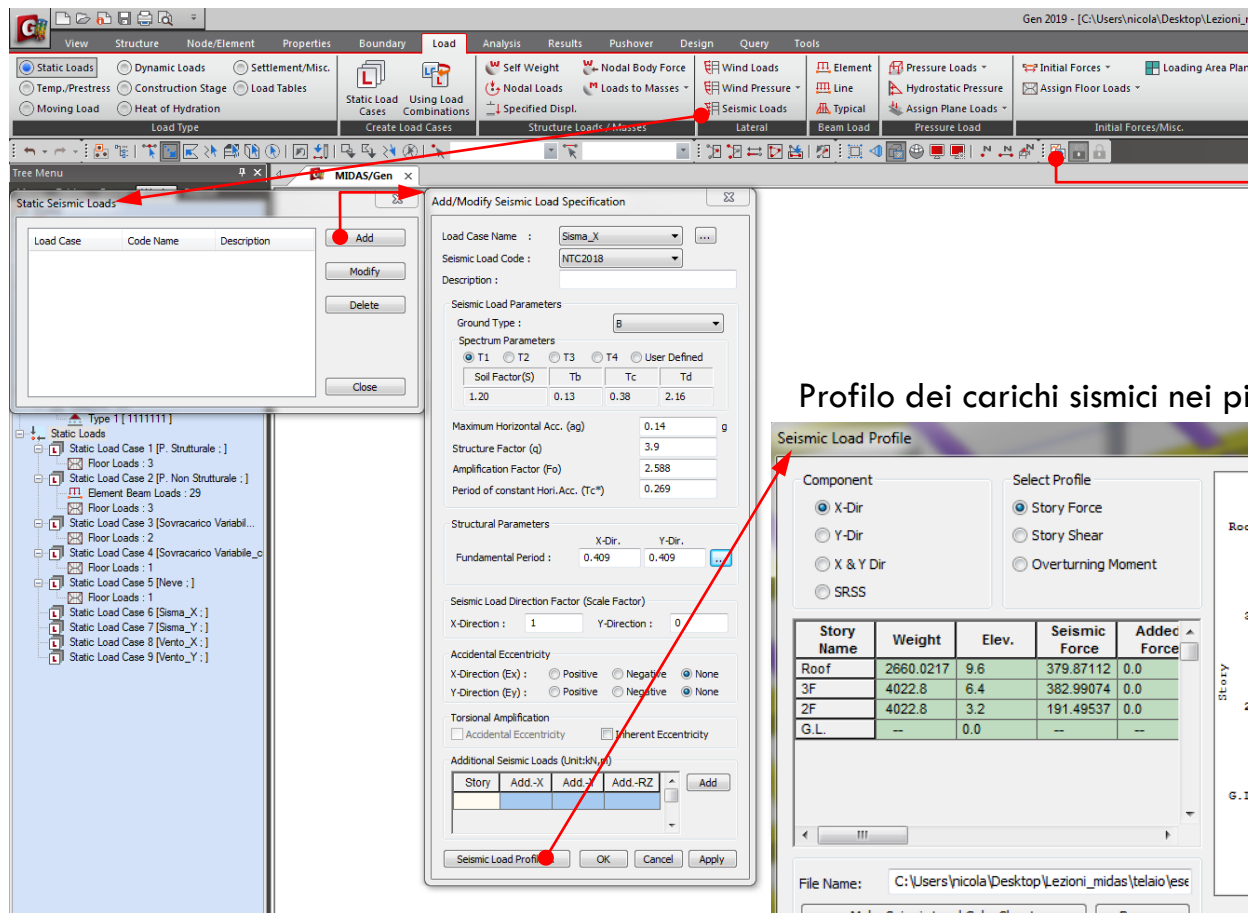
Direzione del sisma. Per facilitare le successive combinazioni è preferibile considerare il sisma una volta in x e poi in y.

Eccentricità accidentale del carico. Per facilitare un confronto con i calcoli eseguiti a mano, in questo caso non lo consideriamo.



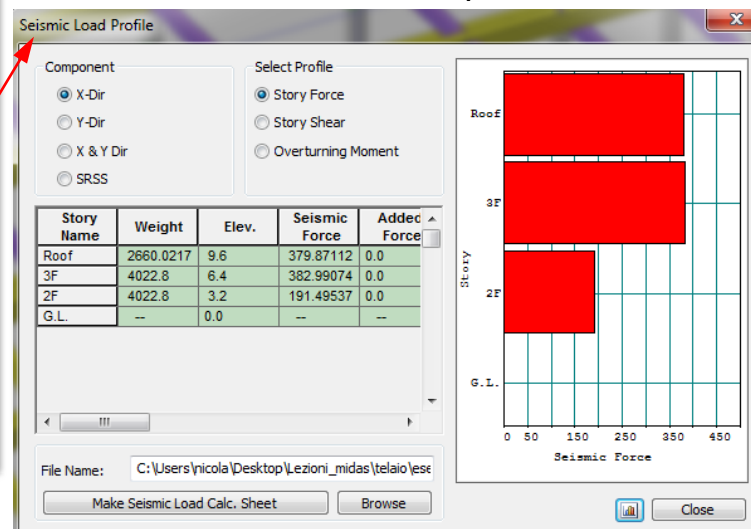
# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *ANALISI STATICA LINEARE*



**A questo punto possiamo far girare l'analisi statica lineare!**

Profilo dei carichi sismici nei piani



# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## ANALISI STATICA LINEARE

Visualizzazione dei risultati

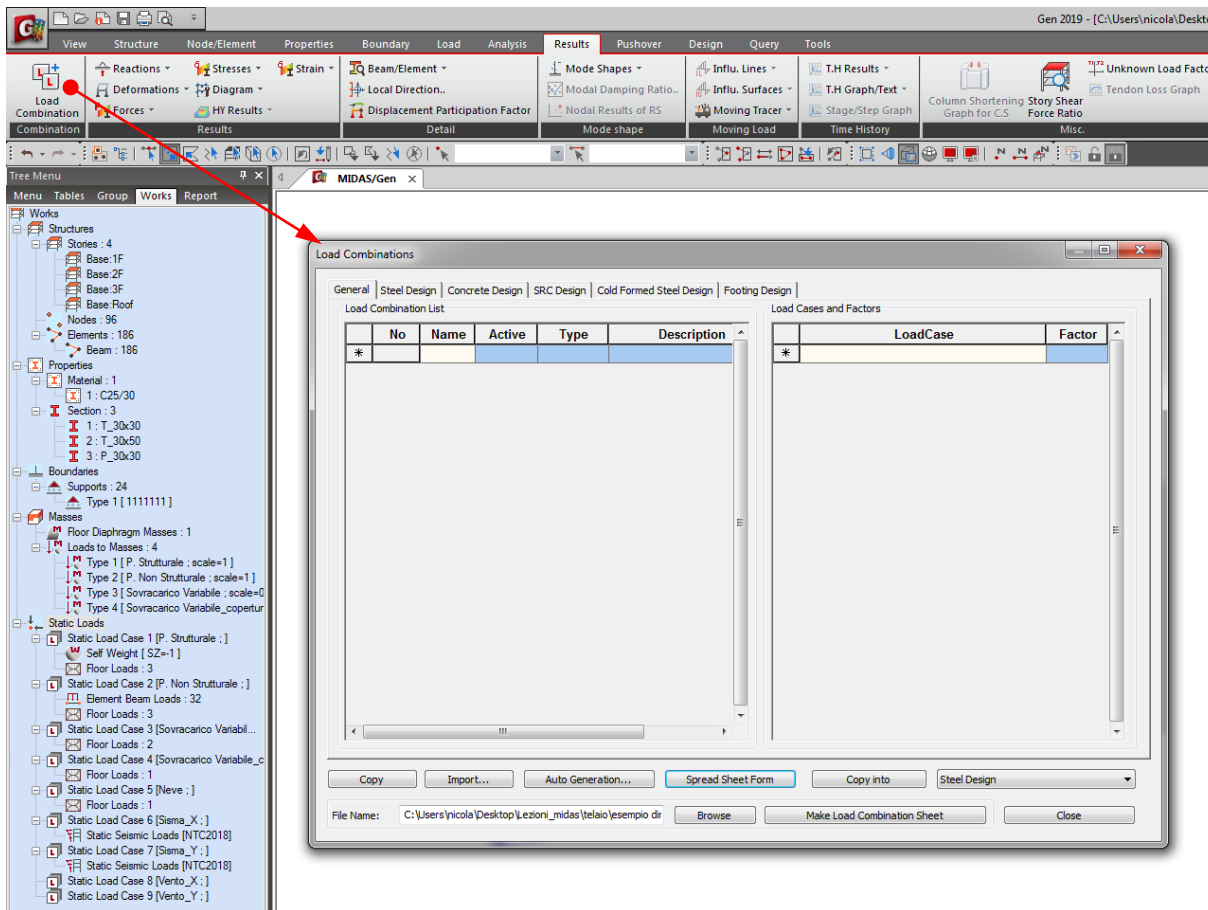
The screenshot displays the MIDAS GEN software interface. The top menu bar includes View, Structure, Node/Element, Properties, Boundary, Load, Analysis, Results, Pushover, Design, Query, and Tools. The Results menu is expanded, showing options such as Reactions, Stresses, Strain, Beam/Element, Local Direction, Deformations, Diagram, Displacement Participation Factor, Modal Damping Ratio, Modal Results of RS, Mode shape, Influ. Lines, Influ. Surfaces, T.H Results, T.H Graph/Text, Column Shortening Graph for CS, Story Shear Force Ratio, Tendron Loss Graph, Text Output, and Results Tables. The Tree Menu on the left shows a hierarchical structure of the model, including Stories (4), Nodes (96), Elements (186), Boundaries (Supports: 24), and Masses (Floor Diaphragm Masses: 1, Loads to Masses: 4, Static Loads). Red arrows point from specific items in the Tree Menu to labels on the right: 'Reazioni vincolari' points to 'Supports: 24', 'Deformazioni' points to 'Deformations', 'Sollecitazioni' points to 'Stresses', and 'Combinazioni di carico' points to 'Static Loads'.

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *ANALISI STATICA LINEARE*

### Visualizzazione dei risultati

Le combinazioni di carico si possono inserire manualmente (consigliabile!), cliccando su «*Spread Sheet Form*» è possibile creare in formato tabellare le combinazioni inserendo per ciascun carico il coefficiente di combinazione, oppure in modo automatizzato cliccando su «*Autogeneration*».



# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## ANALISI STATICA LINEARE

Visualizzazione dei risultati

The screenshot shows the MIDAS Gen software interface. The 'Automatic Generation of Load Combinations' dialog box is open, displaying various settings for load combination analysis. The 'Code Selection' section has 'Concrete' selected. The 'Design Code' is 'Eurocode2:04' and 'National Annex' is 'Italy'. The 'Manipulation of Construction Stage Load Case' section has 'Consider Orthogonal Effect' checked, with '100 : 30 Rule' selected. The 'Define Factors for Variable Actions' section has 'Factors for Variable Actions...' button highlighted. The 'Partial factors for actions' section has 'Gamma\_G : 1.3' and 'Gamma\_Q : 1.5'.

Tipo di struttura che si sta analizzando.

Combinazione considerando il sisma nella direzione principale e il 30% di quello nella direzione secondaria.

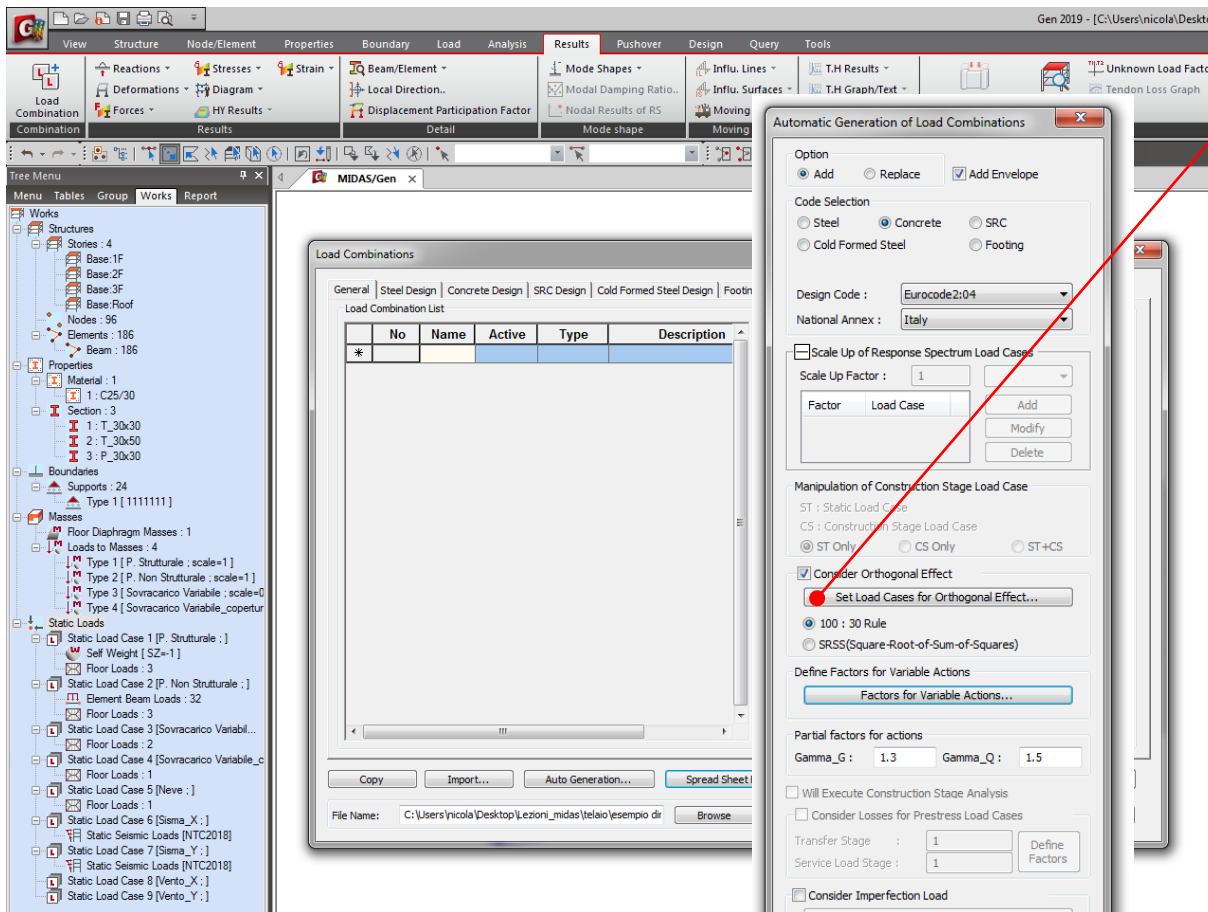
Definizione dei coefficienti di combinazione per i carichi variabili.

Coefficienti parziali per le azioni.

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *ANALISI STATICA LINEARE*

Visualizzazione dei risultati



Sceita dei due casi di carico (in x e y) da combinare.

*\*Siccome abbiamo trascurato l'eccentricità accidentale del carico sismico il numero di combinazioni sismiche non sarà 32 ma solo 8.*

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *ANALISI STATICA LINEARE*

Visualizzazione dei risultati

The image shows the MIDAS Gen software interface with two dialog boxes open. The 'Automatic Generation of Load Combinations' dialog is in the foreground, and the 'Factors for Variable Actions' dialog is in the background. The 'Automatic Generation' dialog has the following settings:

- Option:  Add,  Replace,  Add Envelope
- Code Selection:  Steel,  Concrete,  SRC,  Cold Formed Steel,  Footing
- Design Code: Eurocode2:04
- National Annex: Italy
- Scale Up of Response Spectrum Load Cases: Scale Up Factor: 1
- Manipulation of Construction Stage Load Case:  Consider Orthogonal Effect,  100 : 30 Rule,  SRSS(Square-Root-of-Sum-of-Squares)
- Define Factors for Variable Actions: Factors for Variable Actions...
- Partial factors for actions: Gamma\_G: 1.3, Gamma\_Q: 1.5

The 'Factors for Variable Actions' dialog shows the following table:

No	Load Case	Type	Psi0	Psi1	Psi2
1	Sovracari	L	0.70000	0.50000	0.30000
2	Sovracari	LR	0.70000	0.50000	0.30000
3	Neve	S	0.50000	0.20000	0.00000

Red arrows point from the 'Automatic Generation' dialog to the 'Factors for Variable Actions' dialog, indicating the flow of data. The text 'Coefficienti di combinazione per i carichi variabili:  $\Psi_0$ ;  $\Psi_1$ ;  $\Psi_2$ .' is located below the 'Factors for Variable Actions' dialog.



# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *ANALISI STATICA LINEARE*

Visualizzazione dei risultati

The image shows the MIDAS Gen software interface. The 'Results' menu is open, and the 'Beam Forces/Moments' dialog box is displayed. The dialog box has the following settings:

- Beam Diagrams:  (selected)
- Plate Forces/Moments:
- Plate Cutting Line Diagram:
- Wall Forces/Moments:
- Wall Diagrams:
- Member Diagrams:

The 'Components' section is set to 'Total' and includes the following options:

- Fx,  Fy,  Fz
- Mx,  My,  Mz
- Hx,  Hy,  Hz

The 'Display Options' section includes:

- Exact,  No Fill
- 5 Points,  Line Fill
- Solid Fill
- Scale: 1.000000
- Type of Display:  Contour,  Values,  Arimate,  Mirrored,  Yield Point
- Legend:
- Quick View:

The 'Output Section Location' section includes:

- 1,  Center,  3
- Abs Max,  Min/Max,  All
- By Member

The 3D model shows a multi-story frame structure with beam force diagrams overlaid. The diagrams are color-coded according to the legend on the right, ranging from blue (negative) to red (positive). The legend shows values from 66.29 to -158.78.

Labels in the image:

- Combinazione di carico (points to the 'Load Cases/Combinations' field)
- Componente della sollecitazione da visualizzare (points to the 'Components' section)

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

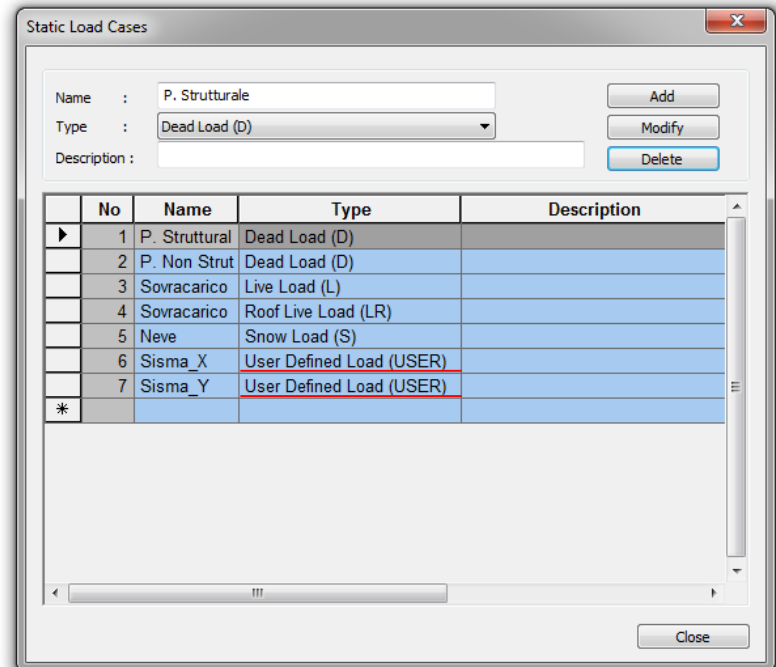
## *ANALISI DINAMICA LINEARE*

Rispetto all'analisi statica lineare in quella dinamica cambia solo il metodo di calcolo della forzante sismica.

A partire dal modello già creato per la SL, con i carichi e masse sismiche già definite, andiamo ad impostare l'analisi dinamica lineare (modale).

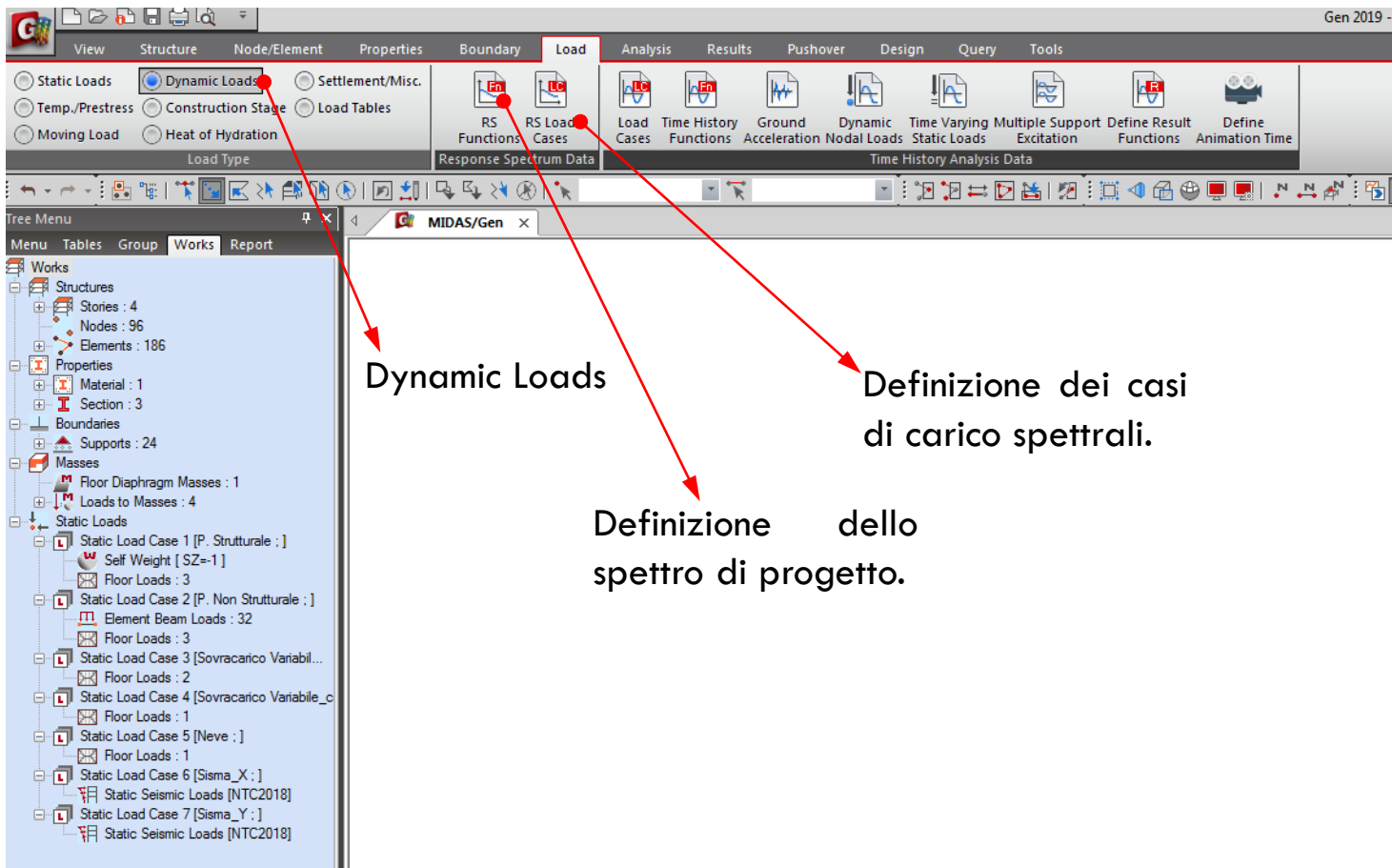
1- Prima di tutto nella definizione dei casi di carico cambiamo il tipo dei casi che prima abbiamo chiamato «Sisma\_X» e «Sisma\_y» da «*Earthquake*» a «*User Defined*».

Così facendo i carichi orizzontali rimangono nel modello (ricordare che vengono usati anche per il calcolo del centro di rigidità) ma non entrano nelle combinazioni di carico.



# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *ANALISI DINAMICA LINEARE*



# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## ANALISI DINAMICA LINEARE

The screenshot displays the MIDAS Gen software interface. The 'Load' menu is active, showing options for 'Response Spectrum Data' and 'Time History Analysis Data'. The 'Response Spectrum Functions' dialog box is open, showing a table of spectral data and a graph of the response spectrum curve.

**Response Spectrum Functions Table:**

Function Name	Period (sec)	Spectral Data (g)
1	0.0000	0.1680
2	0.1280	0.1120
3	0.3850	0.1120
4	0.4700	0.0910
5	0.5540	0.0770
6	0.6390	0.0670
7	0.7230	0.0590
8	0.8080	0.0530
9	0.8920	0.0480
10	0.9770	0.0440
11	1.0610	0.0400
12	1.1460	0.0370
13	1.2300	0.0350
14	1.3150	0.0330

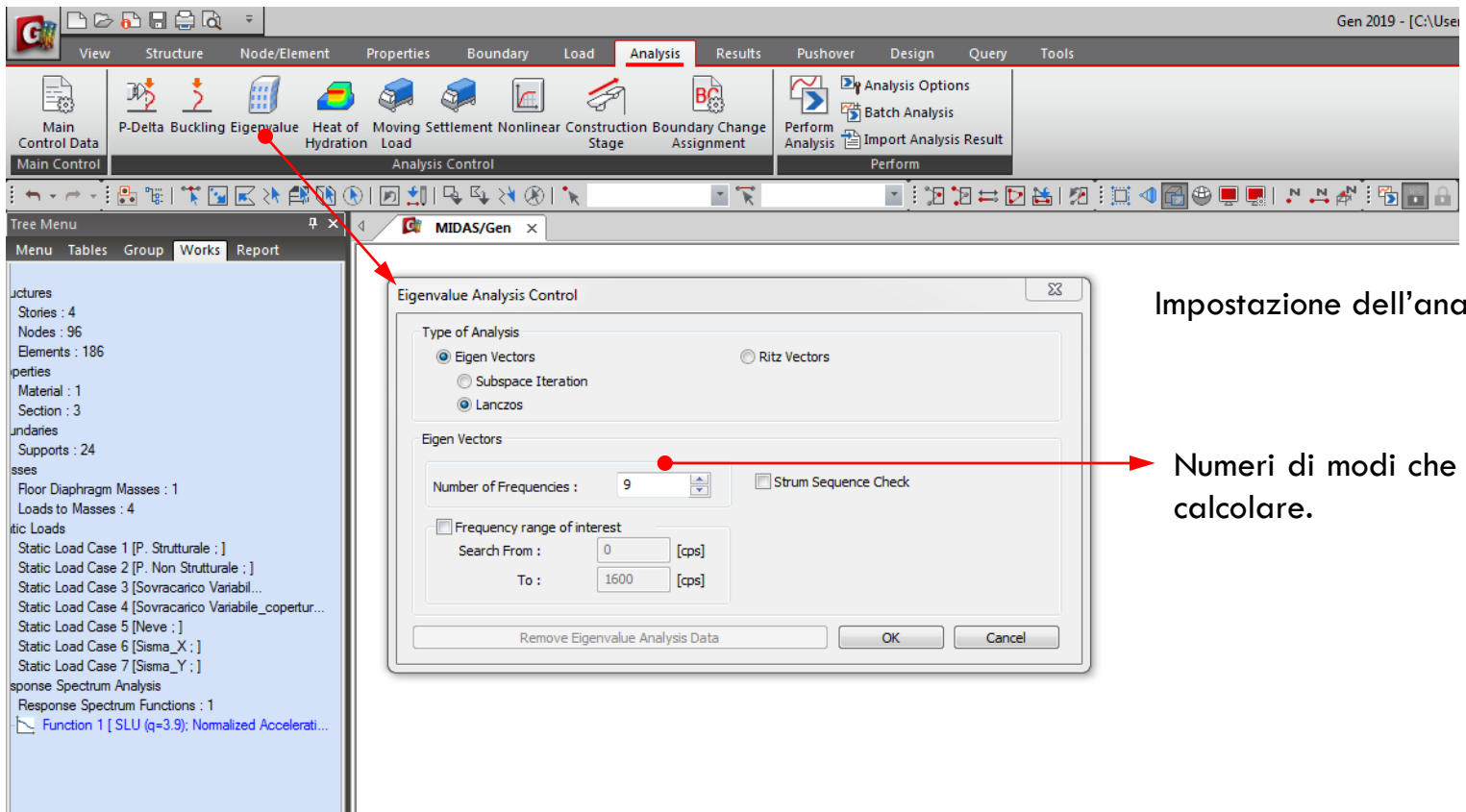
**Graph Data:**

The graph shows the Spectral Data (g) versus Period (sec). The curve starts at 0.1680 g for 0.0000 sec and decreases as the period increases, following a typical response spectrum curve shape.

Si inseriscono i punti dello spettro di progetto semplicemente copiando e incollando i dati.

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *ANALISI DINAMICA LINEARE*



Impostazione dell'analisi modale

Numeri di modi che vogliamo calcolare.

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## ANALISI DINAMICA LINEARE

Nome del caso di carico.

Direzione rispetto a X.

Funzione spettrale

Metodo per considerare il damping.

Eccentricità accidentale.

Creazione del caso di carico impostato.

Impostazione del caso di carico sismico.

Modal Combination Control

Modal Combination Type

SRSS  CQC  ABS  Linear

Add sign(+/-) to the Results

Along the Major Mode Direction

Along the Absolute Maximum Value

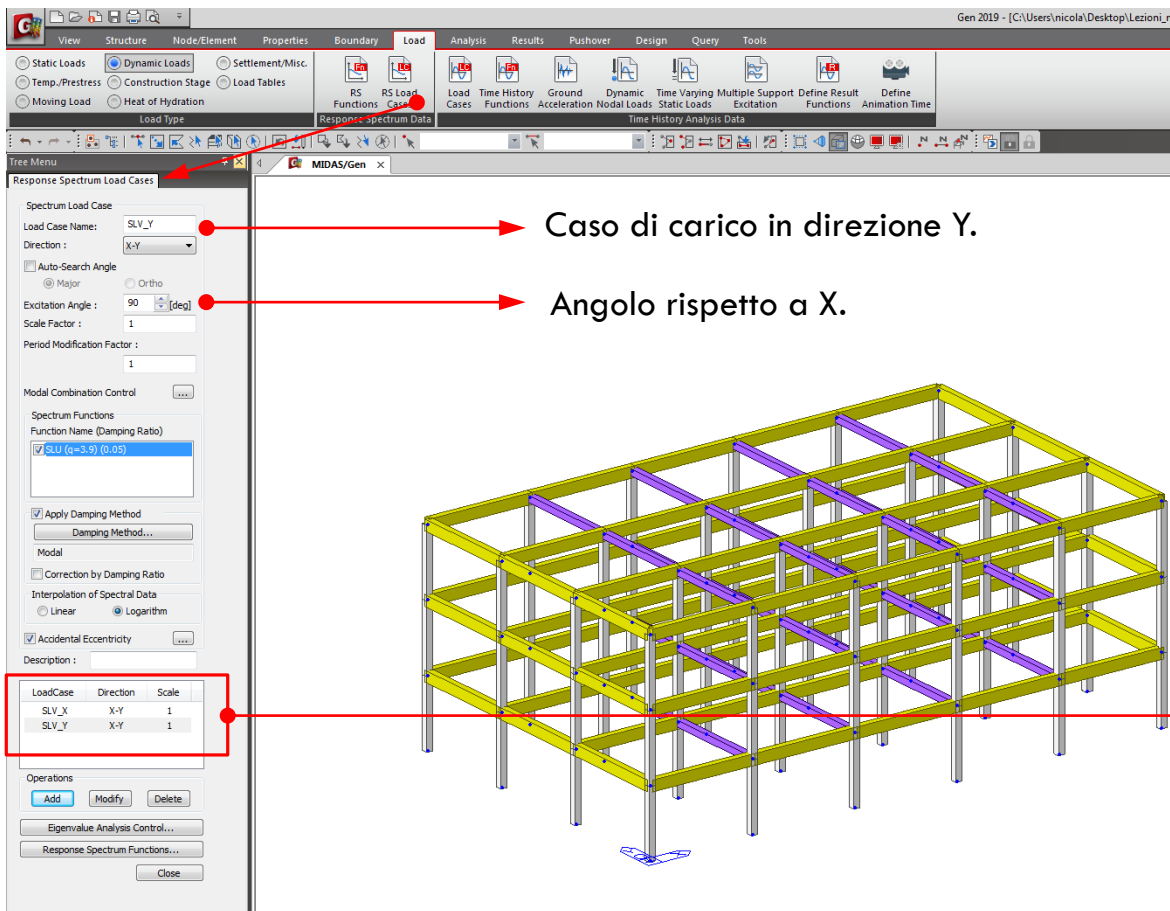
Select Mode Shapes

Mode	Use	Mode Shape Factor
1	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0000
2	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0000
3	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0000
4	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0000
5	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0000
6	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0000
7	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0000
8	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0000
9	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0000

Combinazione modale. Scelta del tipo di combinazione (CQC, SRSS) e del numero di modi che si vuole tenere conto nella combinazione.

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## ANALISI DINAMICA LINEARE



Impostazione del caso di carico sismico.

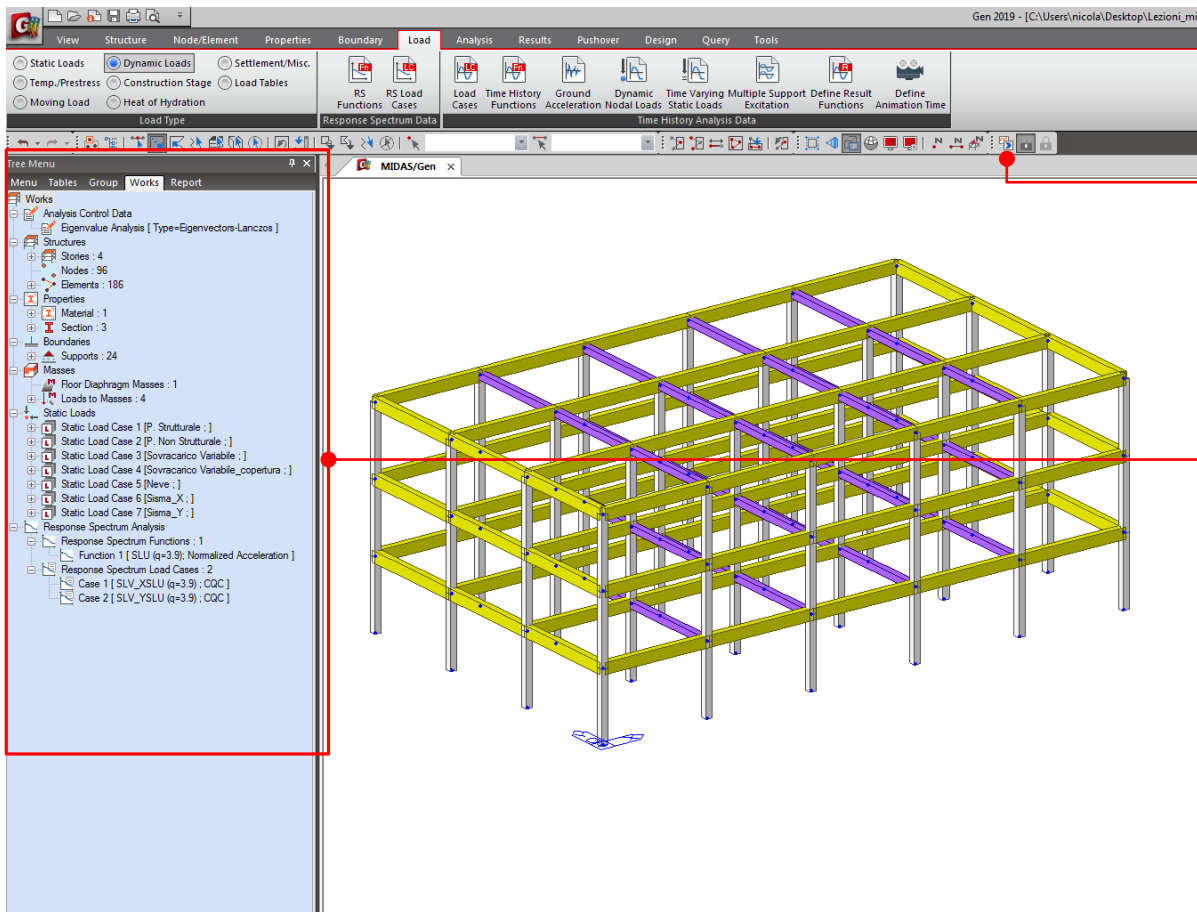
Caso di carico in direzione Y.

Angolo rispetto a X.

Ovviamente bisogna creare due casi di carico per entrambe le direzioni principali.

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *ANALISI DINAMICA LINEARE*



**A questo punto possiamo far girare l'analisi dinamica lineare!**

Tutti gli elementi creati, materiali, sezioni, vincoli, carichi e analisi impostate, si trovano nel «Tree Menu» sotto «Works».

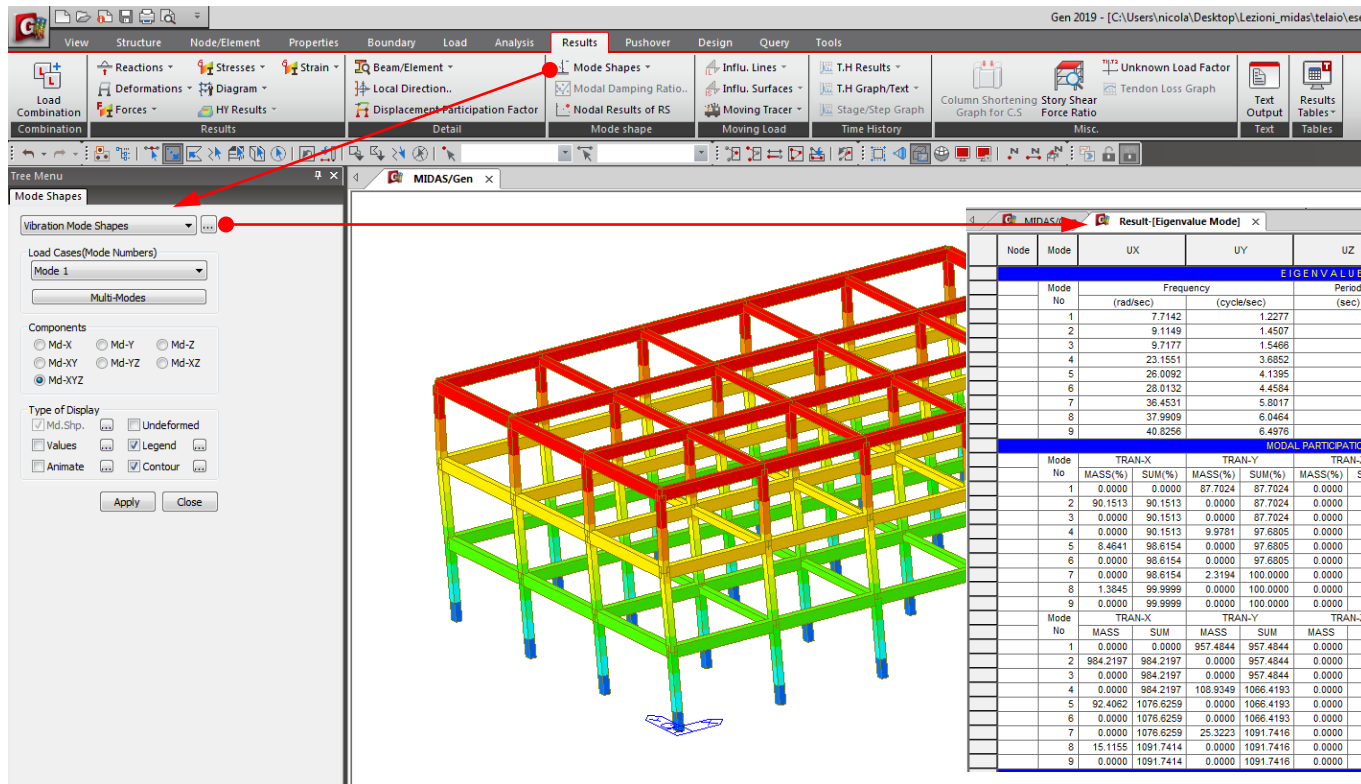


# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## ANALISI DINAMICA LINEARE

Visualizzazione dei risultati

Visualizzazione dei modi di vibrare sia graficamente che in formato tabellare.

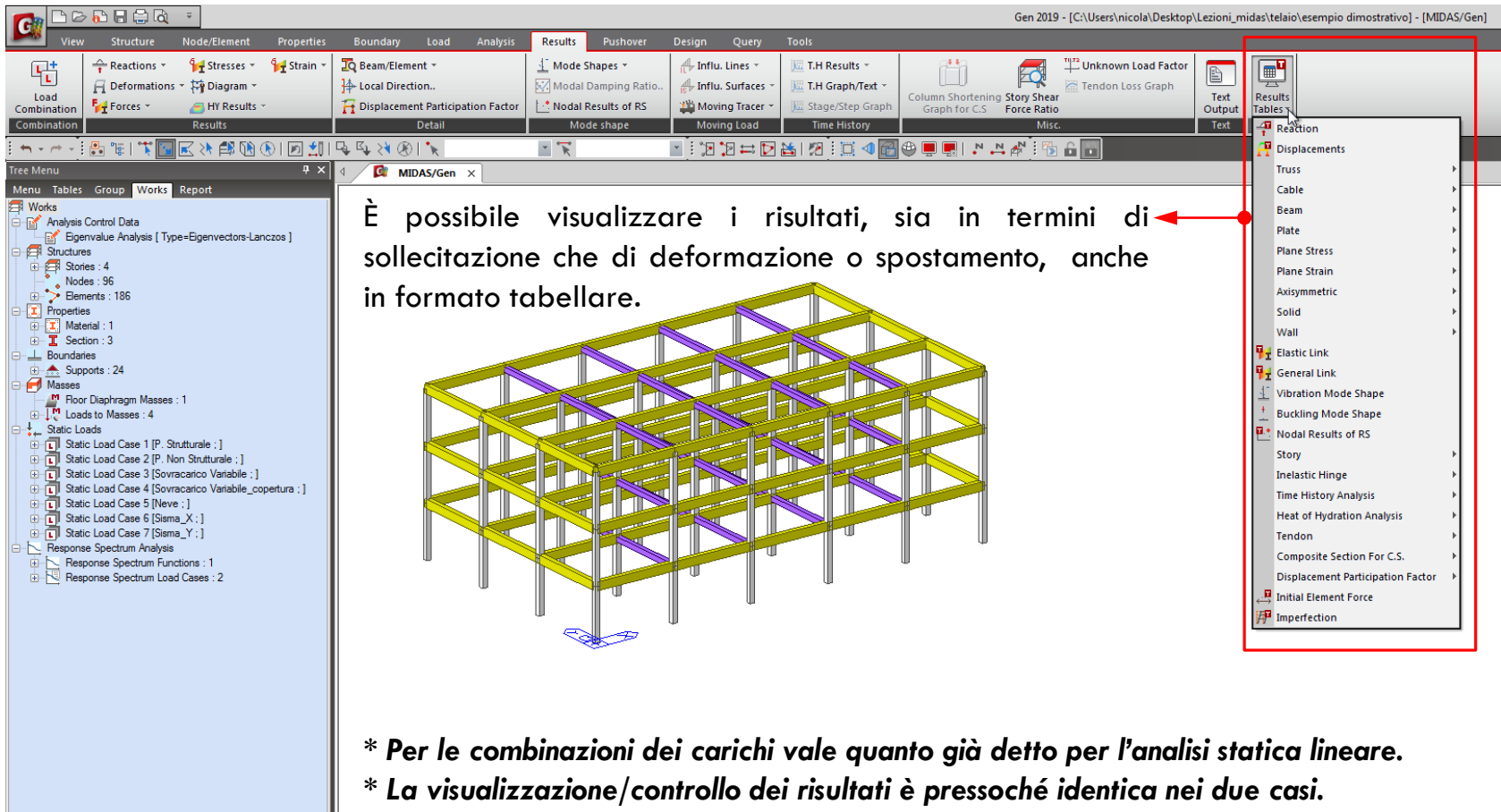


Node	Mode	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ					
<b>EIGENVALUE ANALYSIS</b>												
Mode No	Frequency (rad/sec)	Frequency (cycle/sec)	Period (sec)	Tolerance								
1	7.7142	1.2277	0.8145	0.0000e+000								
2	9.1149	1.4507	0.6893	0.0000e+000								
3	9.7177	1.5466	0.6466	0.0000e+000								
4	23.1551	3.6852	0.2714	0.0000e+000								
5	26.0092	4.1395	0.2416	0.0000e+000								
6	28.0132	4.4584	0.2243	0.0000e+000								
7	36.4531	5.8017	0.1724	0.0000e+000								
8	37.9909	6.0464	0.1654	0.0000e+000								
9	40.8256	6.4976	0.1539	0.0000e+000								
<b>MODAL PARTICIPATION (MASSES PRINTOUT)</b>												
Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROT-NX		ROT-NY		ROT-NZ	
	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
1	0.0000	0.0000	87.7024	87.7024	0.0000	0.0000	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	90.1513	90.1513	0.0000	87.7024	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000
3	0.0000	90.1513	0.0000	87.7024	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0002	89.9640	89.9640
4	0.0000	90.1513	9.9781	97.6805	0.0000	0.0000	0.0013	0.0015	0.0000	0.0002	0.0000	89.9640
5	8.4641	98.6154	0.0000	97.6805	0.0000	0.0000	0.0000	0.0015	0.0013	0.0015	0.0000	89.9640
6	0.0000	98.6154	0.0000	97.6805	0.0000	0.0000	0.0000	0.0015	0.0000	0.0015	8.6667	98.6327
7	0.0000	98.6154	2.3164	100.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0018	0.0000	0.0015	0.0000	98.6327
8	1.3845	99.9999	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0018	0.0003	0.0017	0.0000	98.6327
9	0.0000	99.9999	0.0000	100.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0018	0.0000	0.0017	1.2673	100.0000
Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROT-NX		ROT-NY		ROT-NZ	
	MASS	SUM	MASS	SUM	MASS	SUM	MASS	SUM	MASS	SUM	MASS	SUM
1	0.0000	0.0000	957.4844	957.4844	0.0000	0.0000	0.0139	0.0139	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	984.2197	984.2197	0.0000	957.4844	0.0000	0.0000	0.0139	0.0315	0.0315	0.0315	0.0000	0.0000
3	0.0000	984.2197	0.0000	957.4844	0.0000	0.0000	0.0000	0.0315	0.0000	0.0315	86300.837	86300.837
4	0.0000	984.2197	108.9349	1066.4193	0.0000	0.0000	0.0872	0.1012	0.0000	0.0315	0.0000	86300.837
5	92.4062	1076.6259	0.0000	1066.4193	0.0000	0.0000	0.0000	0.1012	0.2063	0.2379	0.0000	86300.837
6	0.0000	1076.6259	0.0000	1066.4193	0.0000	0.0000	0.0000	0.1012	0.0000	0.2379	8315.7316	94616.568
7	0.0000	1076.6259	25.3223	1091.7416	0.0000	0.0000	0.0167	0.1179	0.0000	0.2379	0.0000	94616.568
8	15.1155	1091.7414	0.0000	1091.7416	0.0000	0.0000	0.0000	0.1179	0.0429	0.2808	0.0000	94616.568
9	0.0000	1091.7414	0.0000	1091.7416	0.0000	0.0000	0.0000	0.1179	0.0000	0.2808	1311.6009	95928.169

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## ANALISI DINAMICA LINEARE

Visualizzazione dei risultati



È possibile visualizzare i risultati, sia in termini di sollecitazione che di deformazione o spostamento, anche in formato tabellare.

- Reaction
- Displacements
  - Truss
  - Cable
  - Beam
  - Plate
  - Plane Stress
  - Plane Strain
  - Axisymmetric
  - Solid
  - Wall
- Elastic Link
- General Link
- Vibration Mode Shape
- Buckling Mode Shape
- Nodal Results of RS
  - Story
  - Inelastic Hinge
  - Time History Analysis
  - Heat of Hydration Analysis
  - Tendon
  - Composite Section For C.S.
  - Displacement Participation Factor
- Initial Element Force
- Imperfection

\* Per le combinazioni dei carichi vale quanto già detto per l'analisi statica lineare.  
\* La visualizzazione/controllo dei risultati è pressoché identica nei due casi.

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## ANALISI DINAMICA LINEARE

Visualizzazione dei risultati

The screenshot displays the MIDAS/Gen software interface. The top menu bar includes View, Structure, Node/Element, Properties, Boundary, Load, Analysis, Results, Pushover, Design, Query, and Tools. The toolbar contains various analysis and visualization tools. On the left, the Tree Menu shows the project hierarchy, including Analysis Control Data, Structures, Properties, Masses, and Static Loads. The central 3D view shows a yellow and purple frame structure. The bottom window displays a table titled 'Result (Story Drift)' with columns for Load Case, Story, Story Height, P-Delta Incremental Factor, Allowable Story Drift Ratio, Node, Story Drift (m), Modified Drift (m), Story Drift Ratio, Remark, and Drift at the Center of Mass (Story Drift, Modified Drift, Drift Factor, Story Drift Ratio, Remark).

Load Case	Story	Story Height (m)	P-Delta Incremental Factor (α <sub>d</sub> )	Allowable Story Drift Ratio	Node	Maximum Drift of All Vertical Elements			Drift at the Center of Mass					
						Story Drift (m)	Modified Drift (m)	Story Drift Ratio	Story Drift (m)	Modified Drift (m)	Drift Factor (Maximum/Current)	Story Drift Ratio	Remark	
gLCB1	3F	3.20	1.00	0.0050	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
gLCB1	2F	3.20	1.00	0.0050	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
gLCB1	1F	3.20	1.00	0.0050	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
gLCB2	3F	3.20	1.00	0.0050	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
gLCB2	2F	3.20	1.00	0.0050	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
gLCB2	1F	3.20	1.00	0.0050	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
gLCB3	3F	3.20	1.00	0.0050	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
gLCB3	2F	3.20	1.00	0.0050	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
gLCB3	1F	3.20	1.00	0.0050	74	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
gLCB4	3F	3.20	1.00	0.0050	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
gLCB4	2F	3.20	1.00	0.0050	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
gLCB4	1F	3.20	1.00	0.0050	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
gLCB5	3F	3.20	1.00	0.0050	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
gLCB5	2F	3.20	1.00	0.0050	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
gLCB5	1F	3.20	1.00	0.0050	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	OK
gLCB6	3F	3.20	1.00	0.0050	13	0.0019	0.0019	0.0006	0.0017	0.0017	1.0000	0.0005	0.0005	OK
gLCB6	2F	3.20	1.00	0.0050	7	0.0039	0.0039	0.0012	0.0038	0.0038	1.0000	0.0011	0.0011	OK
gLCB6	1F	3.20	1.00	0.0050	1	0.0044	0.0044	0.0014	0.0040	0.0040	1.0000	0.0012	0.0012	OK
gLCB7	3F	3.20	1.00	0.0050	85	0.0019	0.0019	0.0006	0.0017	0.0017	1.0000	0.0005	0.0005	OK
gLCB7	2F	3.20	1.00	0.0050	74	0.0039	0.0039	0.0012	0.0038	0.0038	1.0000	0.0011	0.0011	OK
gLCB7	1F	3.20	1.00	0.0050	73	0.0044	0.0044	0.0014	0.0040	0.0040	1.0000	0.0012	0.0012	OK
gLCB8	3F	3.20	1.00	0.0050	13	0.0018	0.0018	0.0006	0.0017	0.0017	1.0000	0.0005	0.0005	OK
gLCB8	2F	3.20	1.00	0.0050	7	0.0037	0.0037	0.0012	0.0036	0.0036	1.0000	0.0011	0.0011	OK
gLCB8	1F	3.20	1.00	0.0050	1	0.0041	0.0041	0.0013	0.0040	0.0040	1.0000	0.0012	0.0012	OK
gLCB9	3F	3.20	1.00	0.0050	85	0.0018	0.0018	0.0006	0.0017	0.0017	1.0000	0.0005	0.0005	OK
gLCB9	2F	3.20	1.00	0.0050	74	0.0037	0.0037	0.0012	0.0036	0.0036	1.0000	0.0011	0.0011	OK
gLCB9	1F	3.20	1.00	0.0050	73	0.0041	0.0041	0.0013	0.0040	0.0040	1.0000	0.0012	0.0012	OK
gLCB10	3F	3.20	1.00	0.0050	13	0.0007	0.0007	0.0002	0.0005	0.0005	1.4133	0.0002	0.0002	OK
gLCB10	2F	3.20	1.00	0.0050	7	0.0015	0.0015	0.0005	0.0011	0.0011	1.4029	0.0003	0.0003	OK
gLCB10	1F	3.20	1.00	0.0050	1	0.0017	0.0017	0.0005	0.0012	0.0012	1.4113	0.0004	0.0004	OK
gLCB11	3F	3.20	1.00	0.0050	85	0.0007	0.0007	0.0002	0.0005	0.0005	1.4133	0.0002	0.0002	OK
gLCB11	2F	3.20	1.00	0.0050	74	0.0015	0.0015	0.0005	0.0011	0.0011	1.4029	0.0003	0.0003	OK
gLCB11	1F	3.20	1.00	0.0050	73	0.0017	0.0017	0.0005	0.0012	0.0012	1.4113	0.0004	0.0004	OK
gLCB12	3F	3.20	1.00	0.0050	85	-0.0007	-0.0007	-0.0002	-0.0005	-0.0005	1.2779	-0.0002	-0.0002	OK
gLCB12	2F	3.20	1.00	0.0050	74	-0.0014	-0.0014	-0.0004	-0.0011	-0.0011	1.2694	-0.0003	-0.0003	OK
gLCB12	1F	3.20	1.00	0.0050	73	-0.0015	-0.0015	-0.0005	-0.0012	-0.0012	1.2768	-0.0004	-0.0004	OK

Controllo del drift di piano. Inserendo nel caso di carico sismico lo spettro SLD è possibile controllare la verifica allo SLD.

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## ANALISI DINAMICA LINEARE

Visualizzazione dei risultati

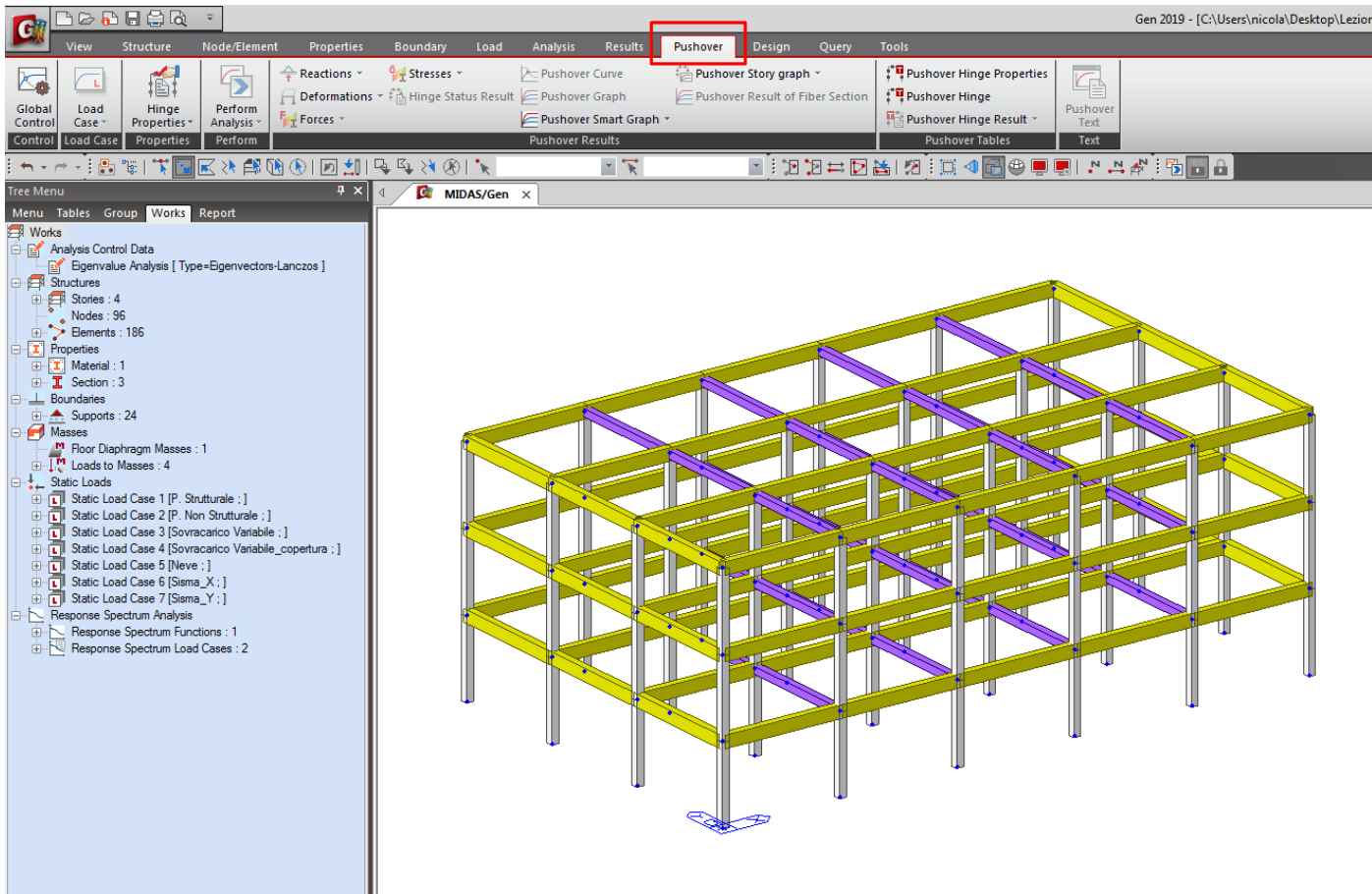
The screenshot displays the MIDAS Gen software interface. The main window shows a 3D model of a multi-story frame structure. The 'Results' menu is open, and the 'Story Shear (Response Spectrum Analysis...)' option is highlighted. Below the model, a table displays the results for 'Story Shear (Response Spectrum Analysis)'. The table includes columns for Story, Level (m), Spectrum, Inertia Force (X, Y), Spring Reactions (X, Y), Without Spring (X, Y), With Spring (X, Y), Eccentricity (m), Story Force (kN), and Eccentric Moment (kN/m).

Story	Level (m)	Spectrum	Shear Force						Eccentricity (m)	Story Force (kN)	Eccentric Moment (kN/m)
			Inertia Force		Spring Reactions		Without Spring				
			X (kN)	Y (kN)	X (kN)	Y (kN)	X (kN)	Y (kN)	X (kN)	Y (kN)	
Roof	9.6000	SLV_X(RS)	2.3481e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	
3F	6.4000	SLV_X(RS)	2.6759e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	2.3481e+002	0.0000e+000	2.3481e+002	0.0000e+000	
2F	3.2000	SLV_X(RS)	2.1751e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	4.6911e+002	0.0000e+000	4.6911e+002	0.0000e+000	
1F	0.0000	SLV_X(RS)	6.0781e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	6.0781e+002	0.0000e+000	6.0781e+002	0.0000e+000	
Roof	9.6000	SLV_Y(RS)	0.0000e+000	2.1666e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	1.2500e+000	
3F	6.4000	SLV_Y(RS)	0.0000e+000	2.3702e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	2.1666e+002	0.0000e+000	2.1666e+002	
2F	3.2000	SLV_Y(RS)	0.0000e+000	2.0897e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	3.9745e+002	0.0000e+000	3.9745e+002	
1F	0.0000	SLV_Y(RS)	0.0000e+000	5.0980e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	5.0980e+002	0.0000e+000	5.0980e+002	

Controllo della forza di taglio nei piani

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

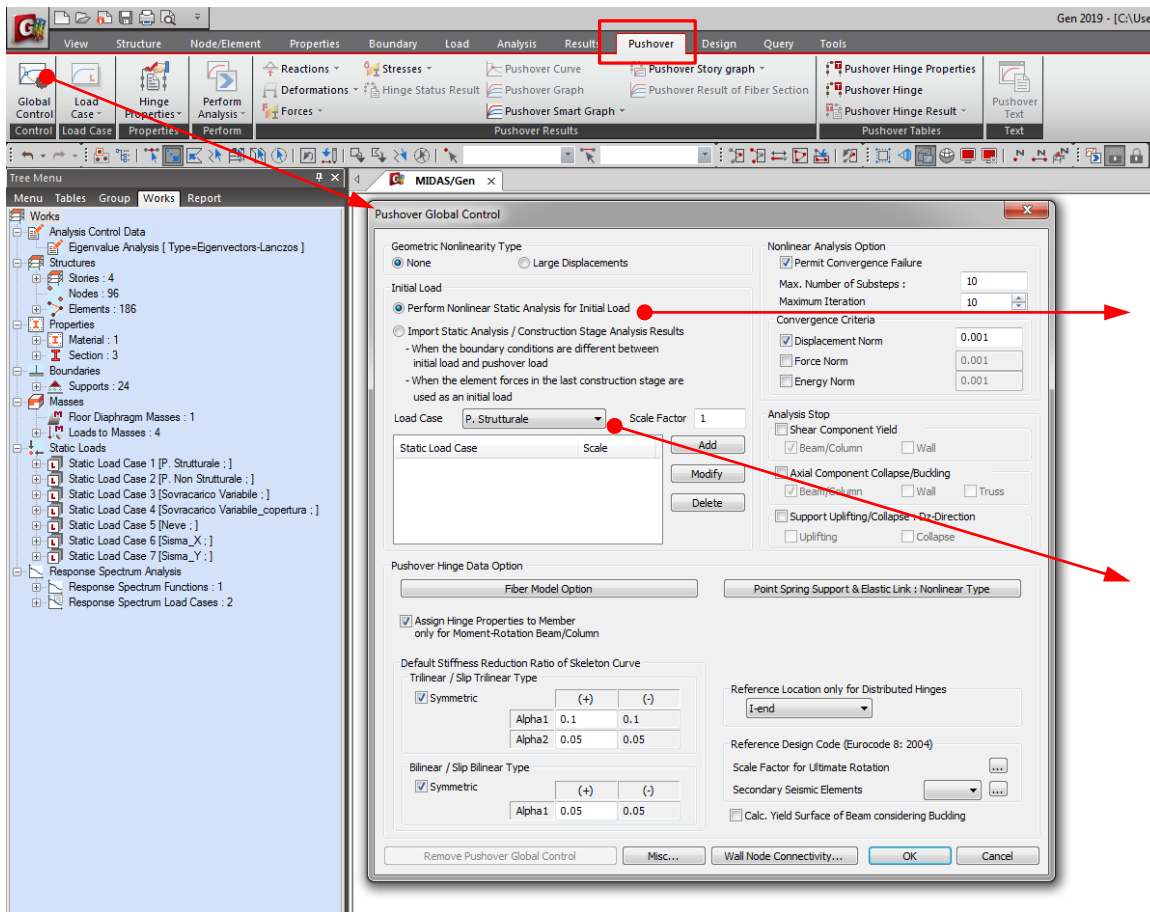
## *ANALISI STATICA NON LINEARE*



Sempre sullo stesso modello impostiamo l'analisi statica non lineare (Pushover).

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *ANALISI STATICA NON LINEARE*



Condizione di carico iniziale. Si può scegliere di eseguire un'analisi statica non lineare per i carichi gravitazionali oppure importare i carichi da un'analisi precedente.

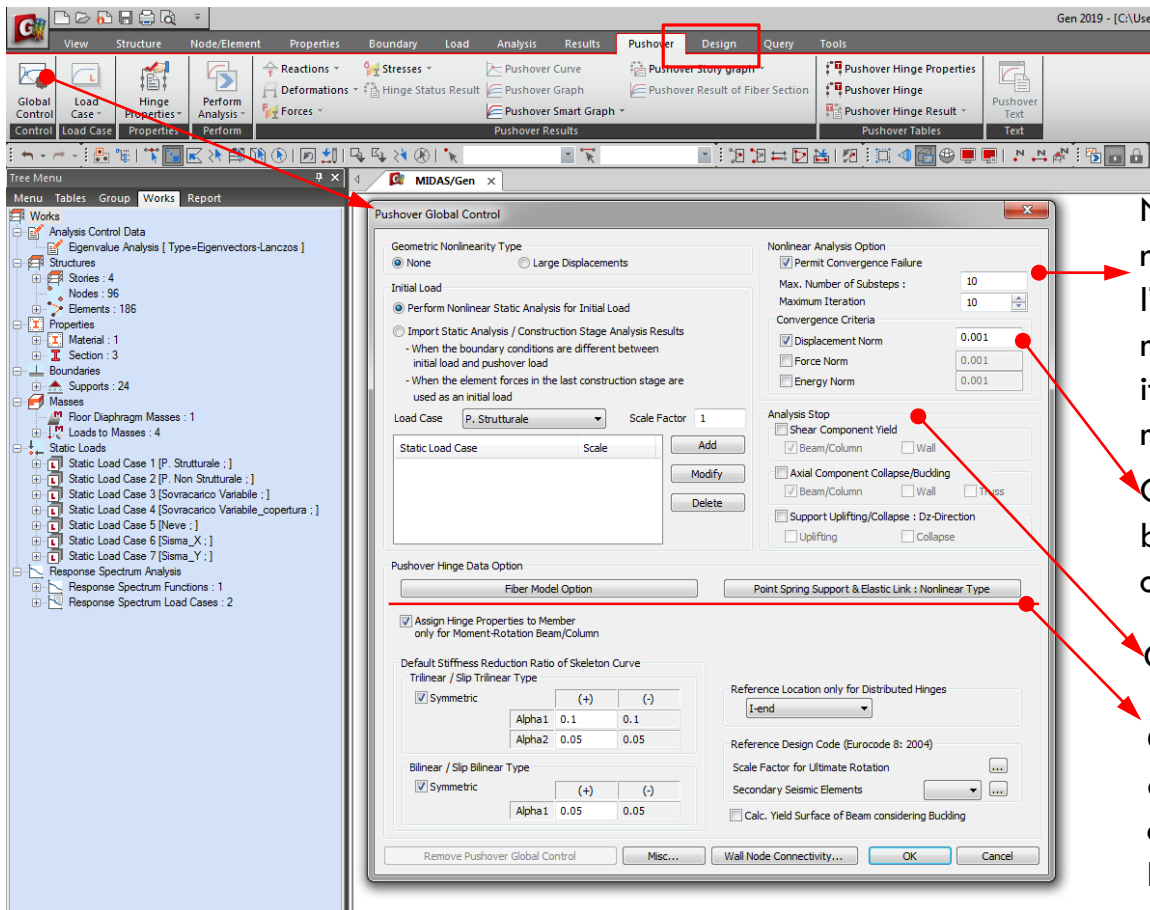
Carichi gravitazionali con i coefficienti della combinazione sismica.

Load Case	Scale Factor
Static Load Case	Scale
P. Strutturale	1
P. Non Strutturale	1
Sovraccarico Variabile	0.3
Sovraccarico Variabile_copertura	0.3



# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *ANALISI STATICA NON LINEARE*



Numero di iterazioni. Più alto è il numero di iterazioni, più raffinata sarà l'analisi. Generalmente 50 è sufficiente, mentre il numero di passi tra un iterazione e l'altra può essere al massimo 20.

Criterio di convergenza. Può essere basato sul controllo di spostamento, controllo di forza o di energia.

Criteri per fermare l'analisi

Opzioni per la definizione automatica di sezioni a fibre e impostazioni su come trattare eventuali vincoli non lineari presenti nel modello.

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## ANALISI STATICA NON LINEARE

**Pushover Load Cases**

Pushover Load Cases Inc. Method Add Modify/Show Delete Close

**Add/Modify Pushover Load Case**

Name: Mode\_X Description:

General Control  
Increment Steps (nstep): 100  
 Consider P-Delta Effect

Initial Load  
 Use Initial Load Nonlinear Analysis for Initial Load  
 Cumulative Reaction / Story Shear by Initial Load

Increment Method  
 Load Control  Displacement Control

Control Option  
 global  
Max. Translational Displacement: 0 m  
 Master Node  
Node: 45 Direction: DX  
Max. Displacement: 0.15 m

Analysis Stopping Condition  
 Limit Inter-Story Deformation Angle: 1 / 30 [rad]  
 Maximum Drift of All Vertical Elements  
 Drift at the Center of Floor Diaphragm (Story Center)  
 Drift calculated by Average Displacement of Story

Load Pattern  
Load Pattern: Normalized Mode Shape \* Mass  
Mode: 1 Scale Factor: 1

Mode Scale Add Modify Delete

OK Cancel Apply

**Distribuzione del carico:**

- Forze statiche precedentemente definite
- Accelerazione uniforme (proporzionale alle masse)
- Secondo una forma modale
- Secondo forma modale e massa

Normalized Mode Shape \* Mass  
Static Load Cases  
Uniform Acceleration  
Mode Shape  
Normalized Mode Shape \* Mass

**Step di incremento di carico.**

**Considerare o meno il carico iniziale gravitazionale.**

**Metodo di incremento:**

- Controllo in forza
- Controllo in spostamento

**Nodo di controllo, direzione e spostamento massimo da raggiungere.**



# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *ANALISI STATICA NON LINEARE*

The screenshot shows the MIDAS/Gen software interface. The main window displays the 'Pushover' menu and the 'Add/Modify Pushover Load Case' dialog box. The dialog box is configured for a 'Uniform' load case with 100 increment steps, 'Use Initial Load', and 'Cumulative Reaction / Story Shear by Initial Load'. The 'Control Option' is set to 'Global' with a 'Max. Translational Displacement' of 0 m. The 'Analysis Stopping Condition' includes 'Limit Inter-Story Deformation Angle' and 'Maximum Drift of All Vertical Elements'. The 'Load Pattern' is set to 'Uniform Acceleration' with a 'Direction' of 'DX' and a 'Scale Factor' of 1. The 'Tree Menu' on the left shows the project structure, including 'Static Load Case 1 [P. Strutturale :]', 'Response Spectrum Analysis', and 'Pushover Analysis'.

La normativa impone di considerare almeno due distribuzioni di forze d'inerzia, ricadenti l'una nelle distribuzioni principali (Gruppo 1) e l'altra nelle distribuzioni secondarie (Gruppo 2). In questo caso possiamo considerare una distribuzione proporzionale al modo fondamentale in direzione X e una proporzionale alle masse nella stessa direzione.

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *ANALISI STATICA NON LINEARE*

The screenshot shows the MIDAS/Gen software interface. The 'Increment Control Functions' dialog box is open, displaying a table of functions and a graph. The table has the following data:

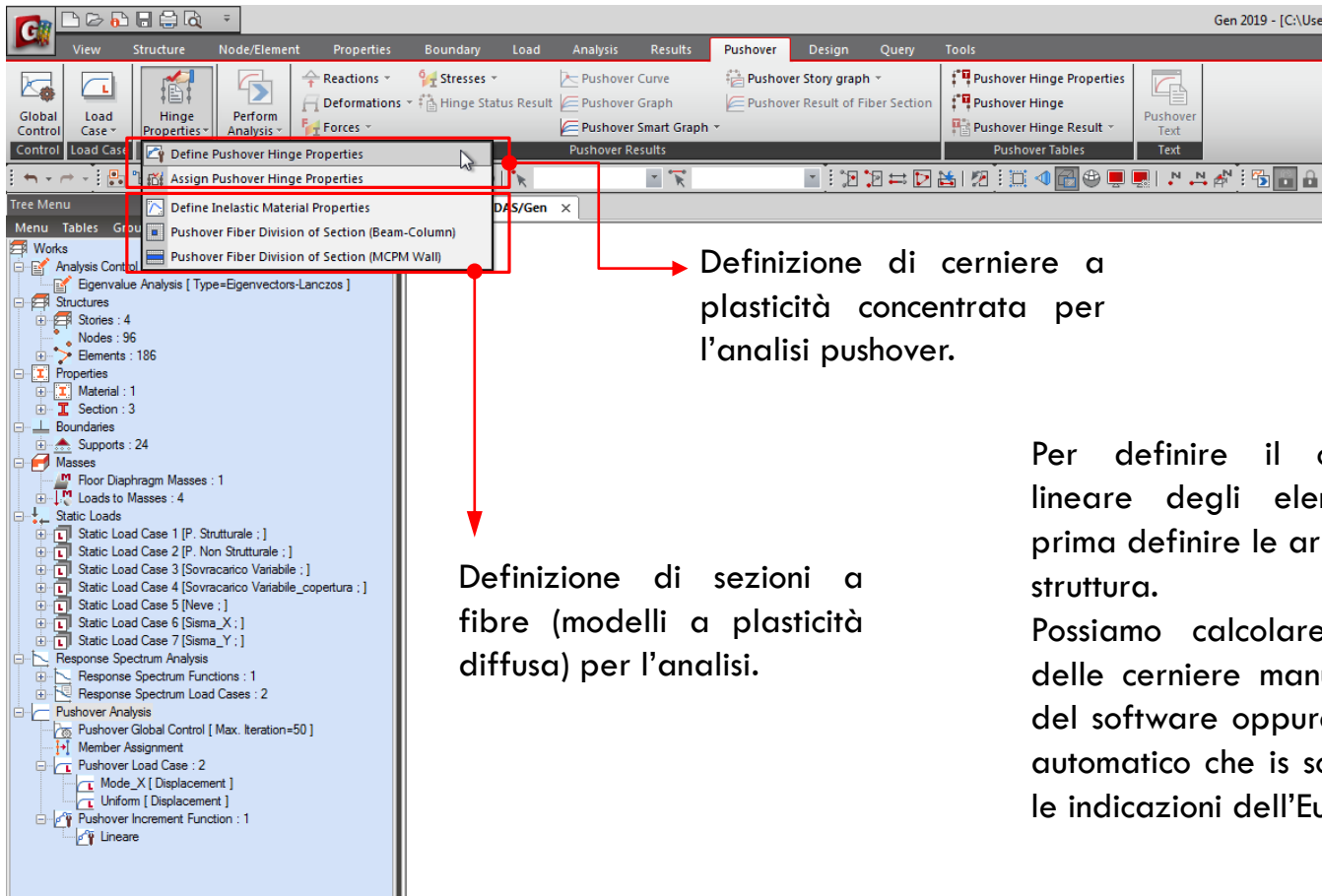
No.	Function
1	0.0000
2	1.0000
3	

The graph shows a linear relationship between 'Increment' (Y-axis, ranging from -0.05 to 1.05) and 'No.' (X-axis, ranging from 0.01 to 1.01). A red line is plotted, starting at approximately (0.01, -0.05) and ending at (1.01, 1.05).

Definizione della funzione di incremento di carico (generalmente lineare).

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *ANALISI STATICA NON LINEARE*



Per definire il comportamento non lineare degli elementi è necessario prima definire le armature presenti nella struttura.

Possiamo calcolare il comportamento delle cerniere manualmente al di fuori del software oppure utilizzare il calcolo automatico che il software fa seguendo le indicazioni dell'Eurocodice.

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *ANALISI STATICA NON LINEARE*

The screenshot shows the MIDAS GEN software interface. The 'Design' menu is open, and the 'Modify Beam Rebar Data' option is highlighted. A red arrow points from this menu item to the 'Modify Beam Rebar Data' dialog box.

The dialog box 'Modify Beam Rebar Data' is shown with the following details:

- SECT Name Bar:** 1 T\_30x30 tn, 2 T\_30x50 -
- Element List:** 122to 125 128to 131 134to 137 152
- Beam Property:** A diagram showing a rectangular cross-section with dimensions  $H_c$ ,  $B_c$ , and  $d_B$ .
- Rebar Table:**

Rebar	All Section	Both End & Center	Each End & Center
Top	1 2 P12		
Bottom	2 0 P12		
Stirrup	P8 2 @ 200		
Skin	0		
- Concrete Face to Center of Rebar (dT, dB):** 0.04, 0.04 m
- Detail Figure:** Three diagrams showing rebar placement at End(I), Center, and End(J).
- Options:**
  - Same Main Rebar Size at Top and Bottom
  - Same Main Rebar Size at I, M and J
  - Same Main Rebar Size at Each Layer
- Buttons:** Add/Replace, Delete, Close

Assegniamo a tutte le travi secondarie (30x30) un armatura di due  $\phi 12$  inferiore e superiore e staffe  $\phi 8$  passo 20 cm. Copriferro 4 cm. (rispetto al centro delle armature longitudinali)

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *ANALISI STATICA NON LINEARE*

The screenshot shows the MIDAS GEN software interface. The 'Design' menu is open, and the 'Modify Beam Rebar Data' option is selected. The dialog box for 'Modify Beam Rebar Data' is displayed, showing the following table:

SECT	Name	Bar	Element List			
1	T_30x30	In	19to21 40to54 73to87 106to121 1			
2	T_30x50	-				

Rebar	m	a	i	n	End(I)	Center	End(J)	Bar		
								Size	Spacing	
Top	1	2	3	0	P14	2	P14	2	P14	
Bot	2	0	1	2	P14	2	P14	0	P14	
Strrup	P8	2	@	80	2	@	200	2	@	80
Skin					0					0

The dialog box also includes a 'Detail Figure' section with three diagrams showing the rebar layout for 'End(I)', 'Center', and 'End(J)' sections. The 'Concrete Face to Center of Rebar(dI, dB):' is set to 1,04 m. The 'Concrete Design Tables' section is also visible.

Alle travi principali (30x50) assegniamo un armatura di due  $\phi 14$  reggistaffe inferiori e superiori, agli appoggi 3 barre aggiuntive  $\phi 18$  al negativo mentre in mezzeria due barre aggiuntive  $\phi 14$ . Staffe  $\phi 8$  passo 8 cm negli appoggi e passo 20cm in mezzeria. Copriferro 4 cm.

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *ANALISI STATICA NON LINEARE*

The screenshot displays the MIDAS GEN software interface. The 'Design' menu is open, showing various design options. A red arrow points from the 'Modify Column Rebar Data' option in the menu to the 'Modify Column Rebar Data' dialog box. The dialog box shows the rebar configuration for a column section (SECT 3, P\_30x30). The rebar configuration is as follows:

Rebar	Numbers	Data
Main	4	P14
Rows	2	
Corner		P14
Ties/ Spirals	End(I & J)	y 2 2 P8 @ 200
	z 2 2	
	Center(M)	y 2 2 P8 @ 200
	z 2 2	

The dialog box also includes a 'Detail Figure' section with two diagrams showing the rebar layout for 'End(I & J)' and 'Center(M)'. The 'Concrete Face to Center of Rebar (dc)' is set to 0.04 m. The 'Type of Hoop Rebar' is set to 'Ties'. The 'Same Ties/Spirals Rebar Space at End and Center' checkbox is checked.

Ai pilastri assegniamo un  
come armatura 4  $\phi 14$   
longitudinali e staffe  $\phi 8$   
passo 20 cm

\* È possibile diversificare l'armatura negli  
elementi anche se hanno la stessa sezione, ma a  
titolo esemplificativo teniamo un armatura  
uniforme nei vari elementi.

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *ANALISI STATICA NON LINEARE*

The image shows the Midas Gen software interface with the 'Pushover' menu open. A red arrow points to the 'Define Pushover Hinge Properties' option. Another red arrow points to the 'Add' button in the 'Define Pushover Hinge Type/Properties' dialog box. A third red arrow points to the 'Add/Modify Pushover Hinge Properties' dialog box.

**Define Pushover Hinge Type/Properties**

Pushover Hinge Name	Element Type
---------------------	--------------

**Add/Modify Pushover Hinge Properties**

Name: \_\_\_\_\_ Description: \_\_\_\_\_

Element Type:  Beam/Column  Wall  Truss  General Link  Point Spring Support

Material Type:  RC / SRC (encased)  Steel / SRC (filled)  Masonry

Wall Type:  Membrane  Plate

Definition:  Moment - Rotation (M-Theta)  Moment - Curvature (M-Phi Lumped)  Moment - Curvature (M-Phi Distributed)

Hinge Type:  Skeleton Model  Fiber Model

Axial-Moment Interaction Type:  None  P-M Interaction  P-M-M in Status Determination

Axial-Shear Interaction Type of RC:  None  P-Q Interaction

Fiber Section:  Auto Generation  User Defined

Section: 1 : T\_30x30

Fiber Name: \_\_\_\_\_

Out-of-plane Nonlinearity of Fiber Wall: \_\_\_\_\_

Component Properties

Component	Hinge Location	Skeleton Curve	Properties...
<input type="checkbox"/> Fx	I&J-end	Eurocode 8 : 2004	Properties...
<input type="checkbox"/> Fy	I&J-end	Eurocode 8 : 2004	Properties...
<input type="checkbox"/> Fz	I&J-end	Eurocode 8 : 2004	Properties...
<input type="checkbox"/> Mx	I&J-end	Trilinear Type	Properties...
<input checked="" type="checkbox"/> My	I&J-end	Eurocode 8 : 2004	Properties...
<input type="checkbox"/> Mz	I&J-end	Eurocode 8 : 2004	Properties...

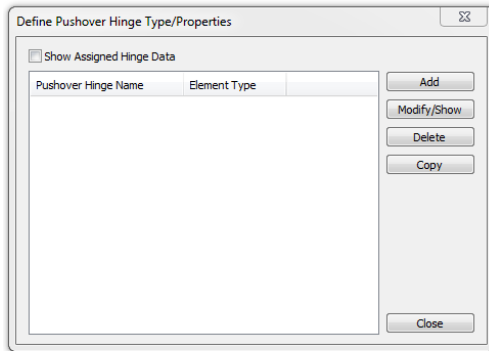
Yield Surface Properties... Masonry Properties... Shear Span(LV)...

OK Cancel Apply

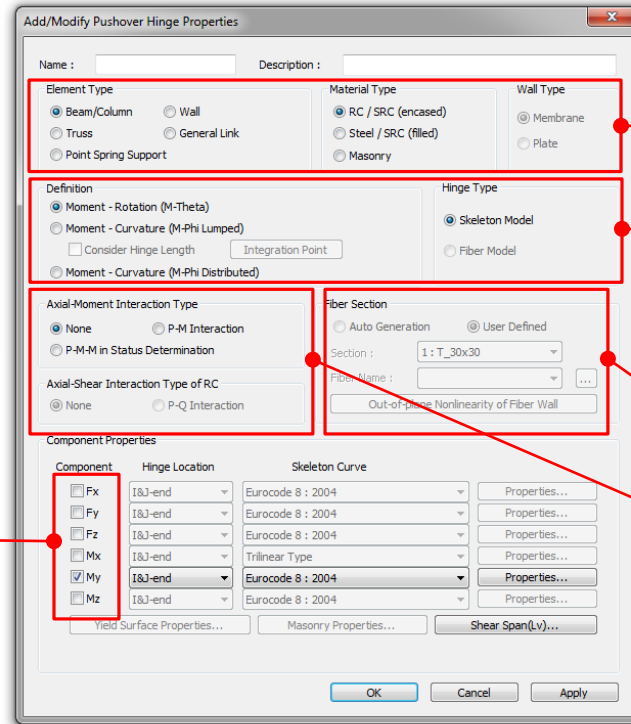
Definizione della cerniera plastica

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *ANALISI STATICA NON LINEARE*



Componenti alle quali si vuole attribuire una cerniera plastica.



Tipo di elemento e di materiale.

Definizione della cerniera in termini di momento – rotazione o momento – curvatura. Nel secondo caso può essere applicato sia a un modello a fibre che a cerniere concentrate.

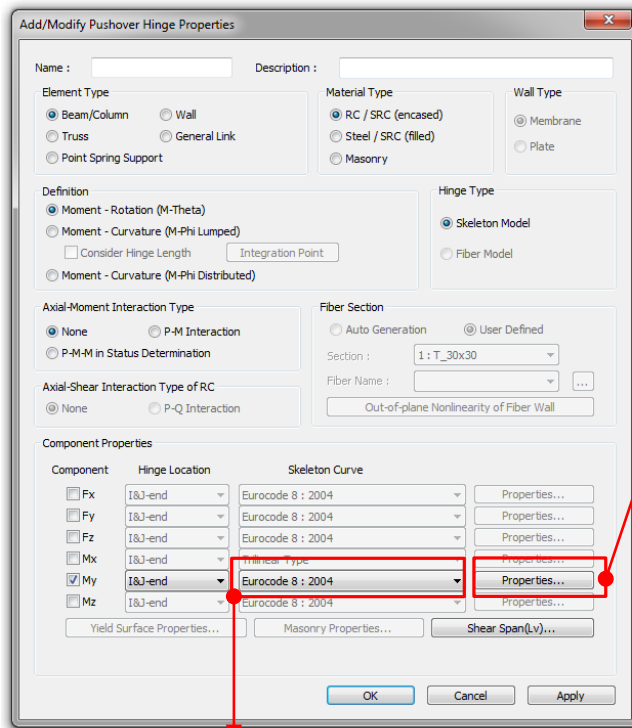
Definizione della sezione a fibre se è il modello che si sta adottando.

Interazione tra momento/taglio con lo sforzo normale.

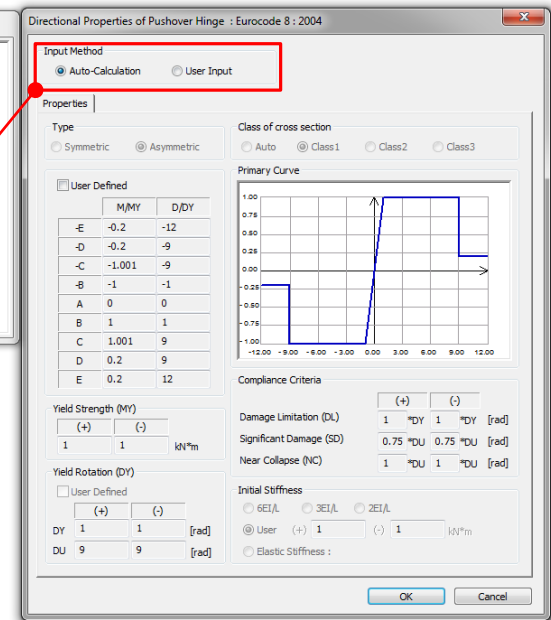
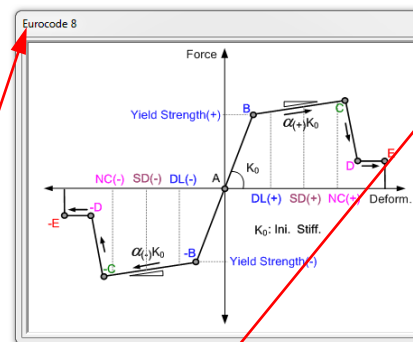
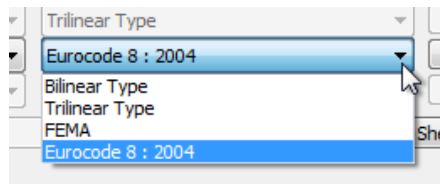


# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## ANALISI STATICA NON LINEARE



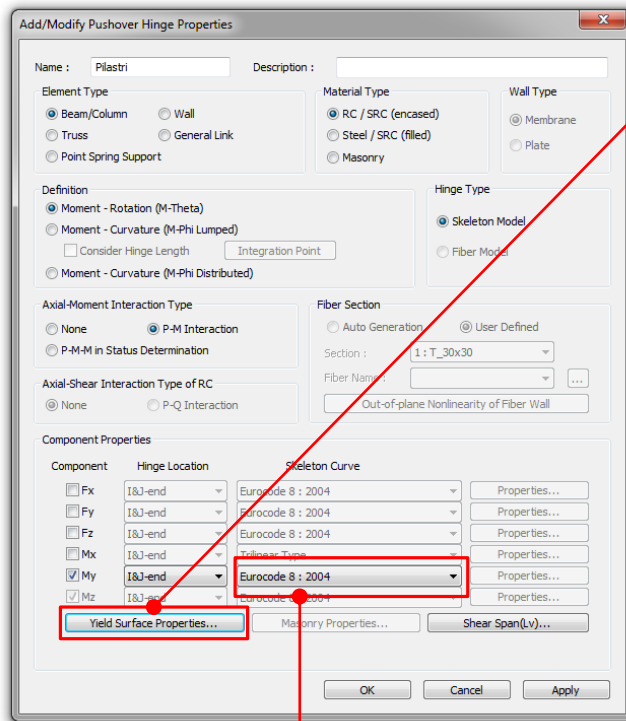
Tipo di cerniera



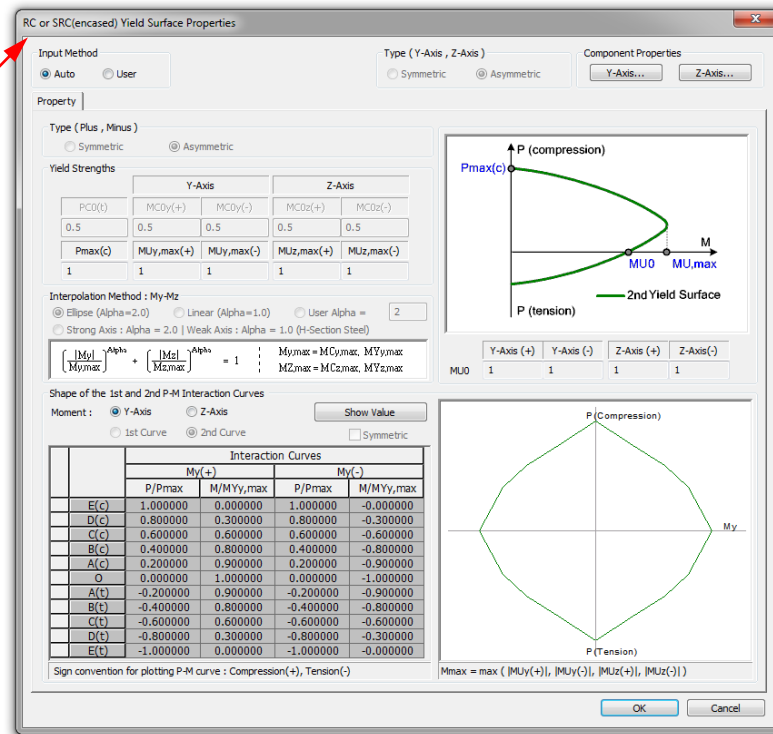
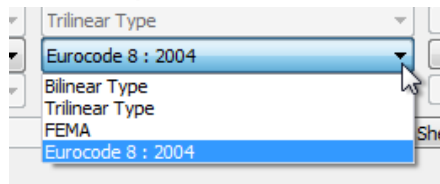
Calcolo automatico in base alle armature inserite oppure inserimento manuale della curva di involuppo (ne secondo caso non è necessario inserire le armature).

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## ANALISI STATICA NON LINEARE



Tipo di cerniera



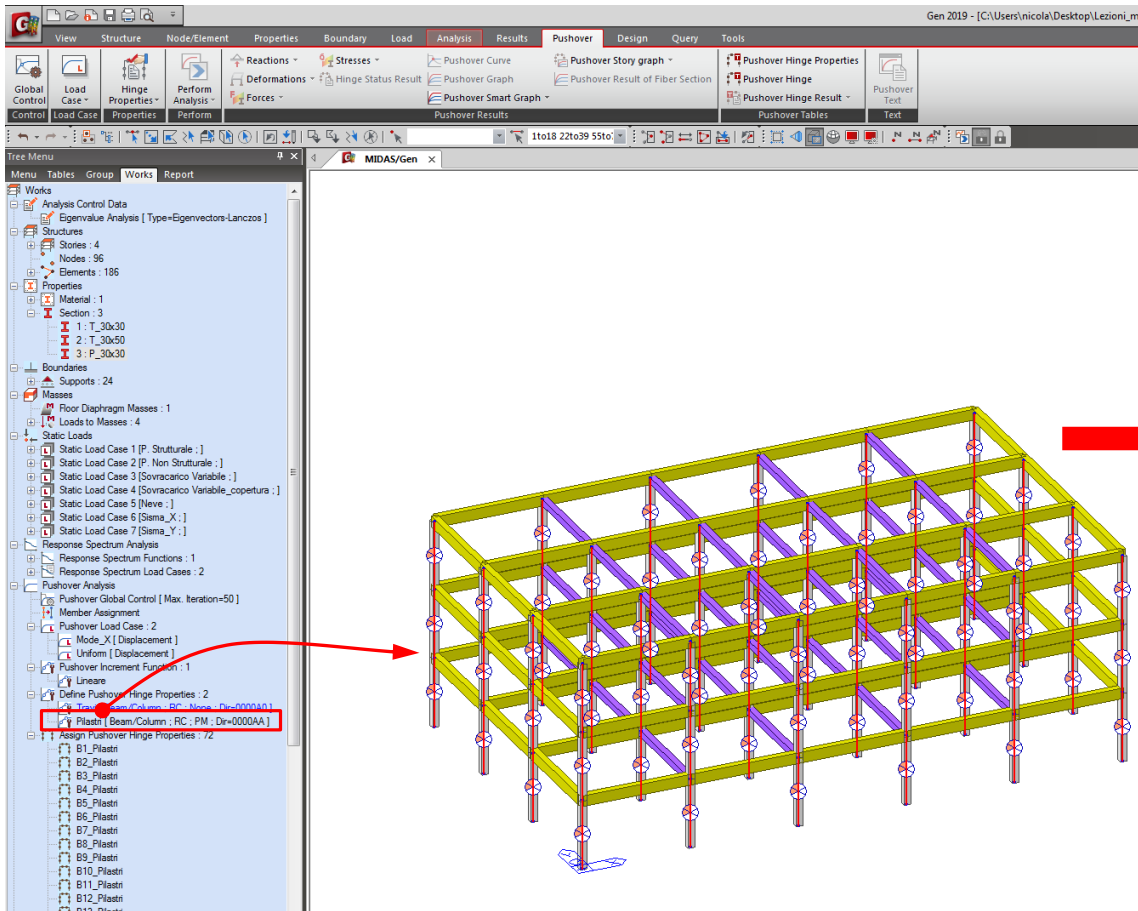
Per gli elementi caricati assialmente si può considerare l'interazione del momento con lo sforzo assiale.

Altrimenti si può calcolare la curva di involuppo momento – rotazione considerando lo sforzo assiale agente in ogni elemento sotto la combinazione sismica.

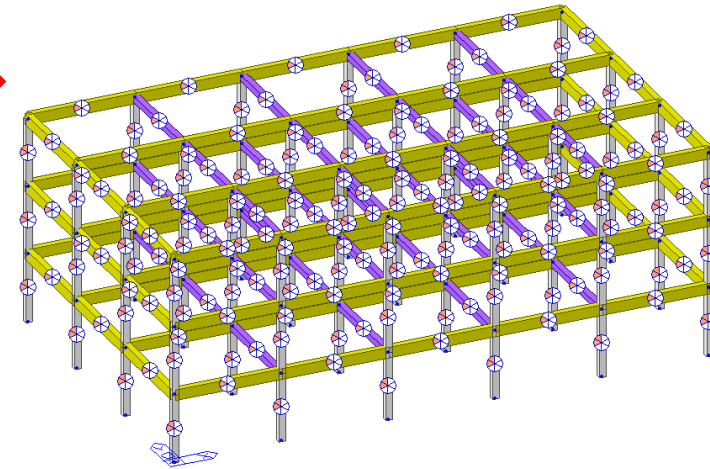
Per affinare il modello si possono introdurre anche cerniere plastiche anche per il taglio e lo sforzo normale.

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *ANALISI STATICA NON LINEARE*

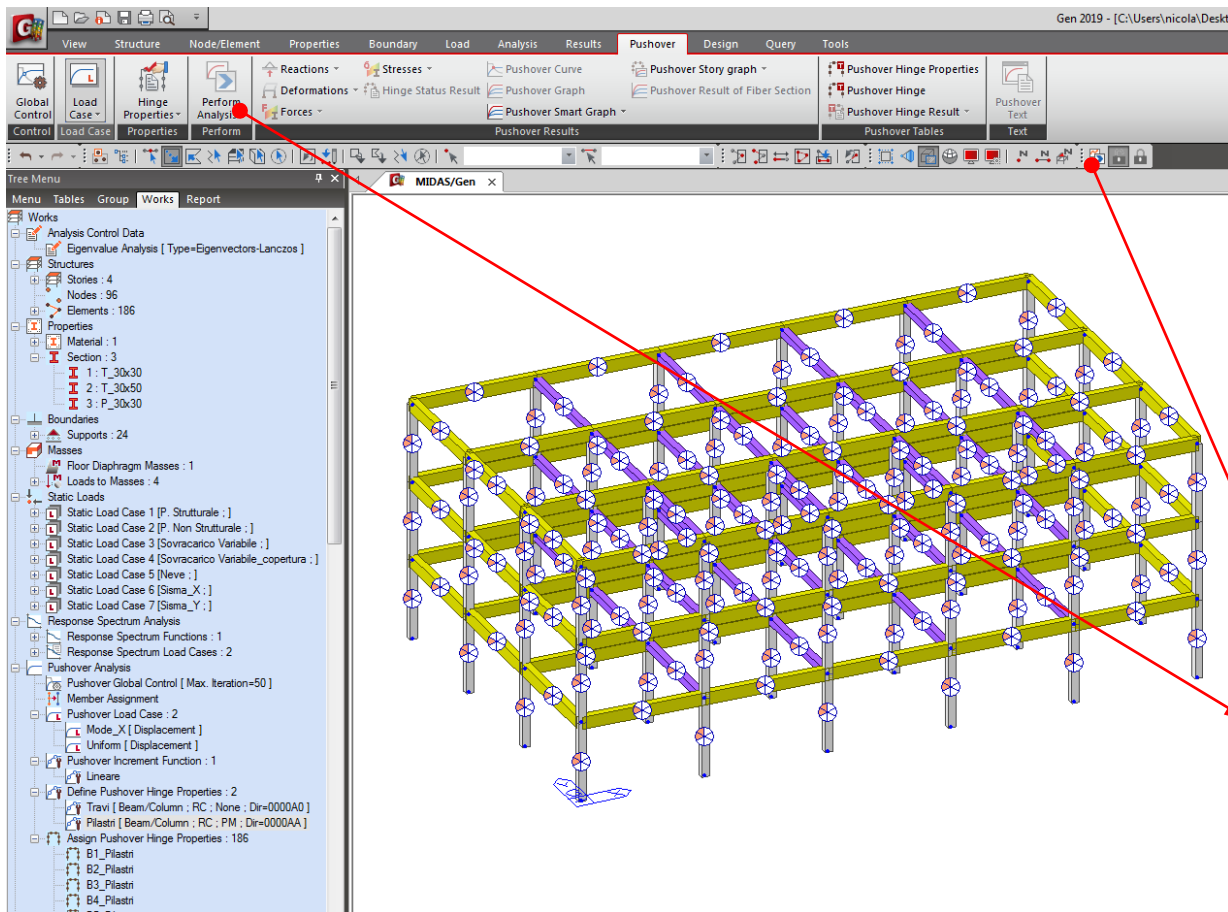


Le cerniere si assegnano selezionando gli elementi e trascinandolo nello spazio del modello il tipo di cerniera corrispondente.



# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *ANALISI STATICA NON LINEARE*



A questo punto il modello è pronto per l'analisi statica non lineare.

Tuttavia, siccome per la distribuzione delle forze il modello ha bisogno di conoscere le forme modali della struttura, bisogna prima fare un'analisi modale.

1 – Analisi modale

2 – Analisi Pushover

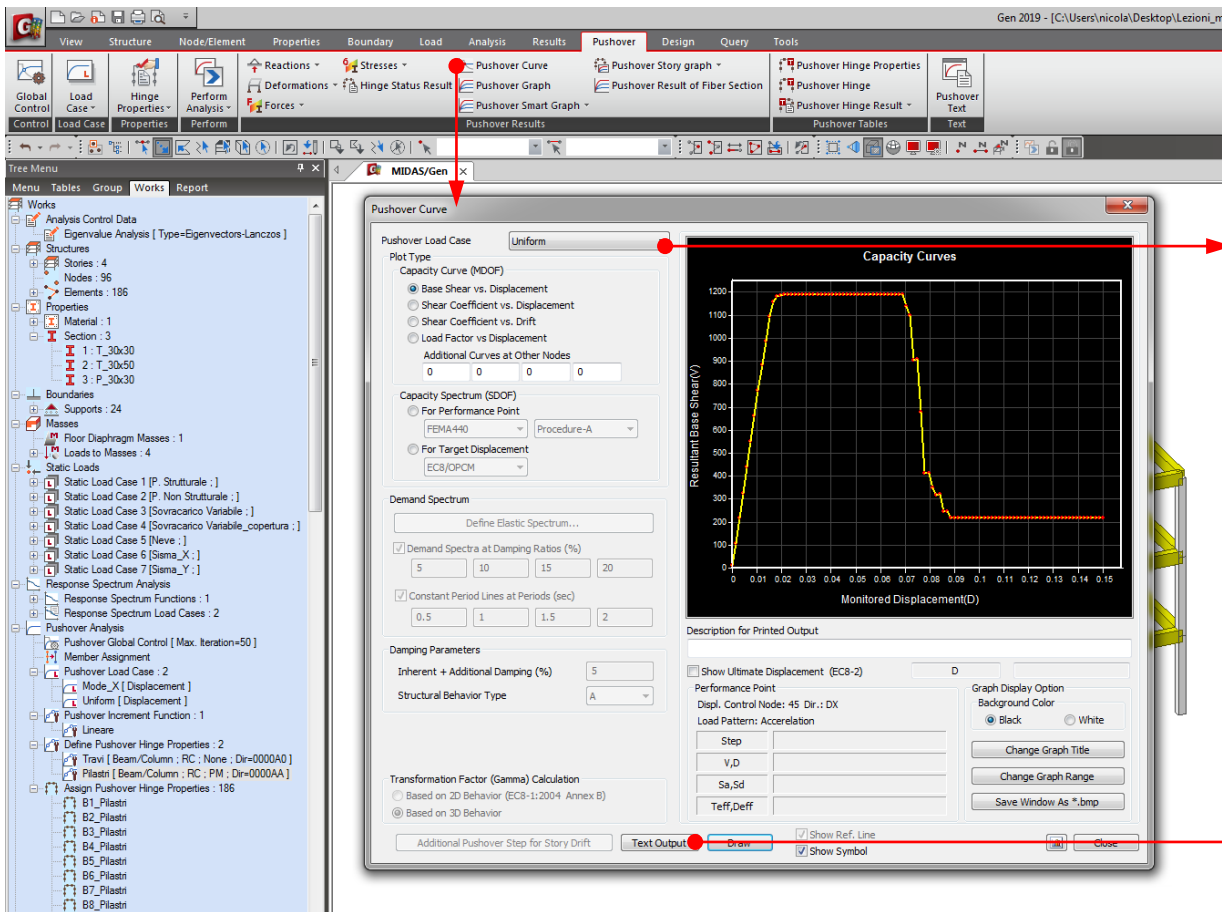
# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## ANALISI STATICA NON LINEARE

Visualizzazione dei risultati

Il risultato principale di una pushover è la curva di capacità (taglio alla base - spostamento in sommità)

Caso di carico che si vuole visualizzare

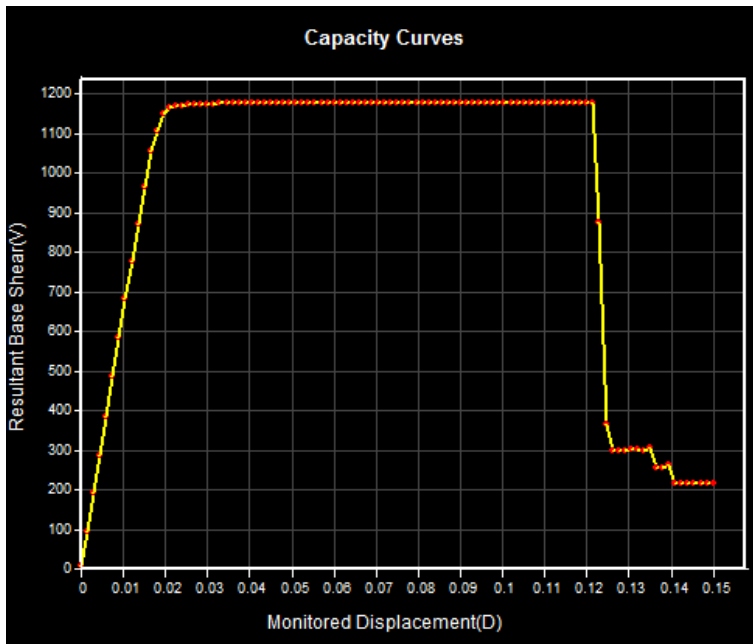


Esportazione dei punti della curva in formato .txt per elaborazioni successive.

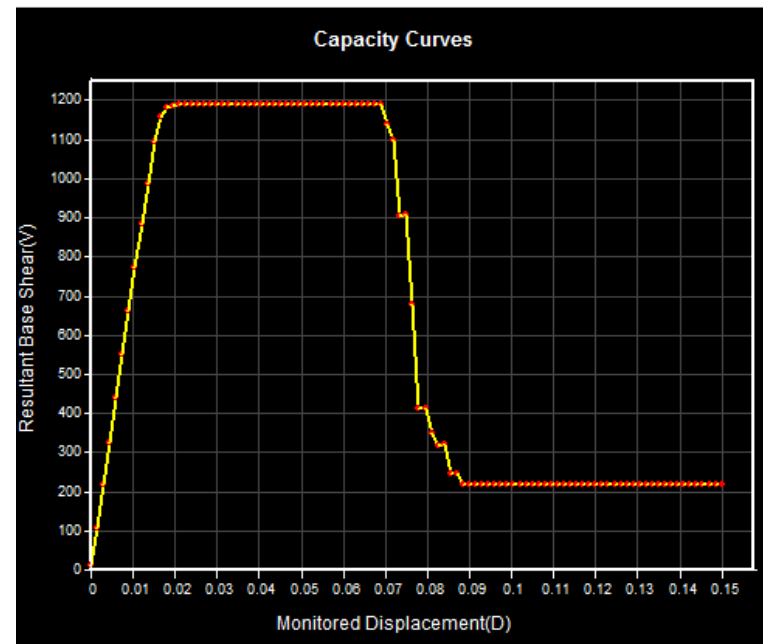
# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *ANALISI STATICA NON LINEARE*

Visualizzazione dei risultati



Proporzionale alle masse e al primo modo



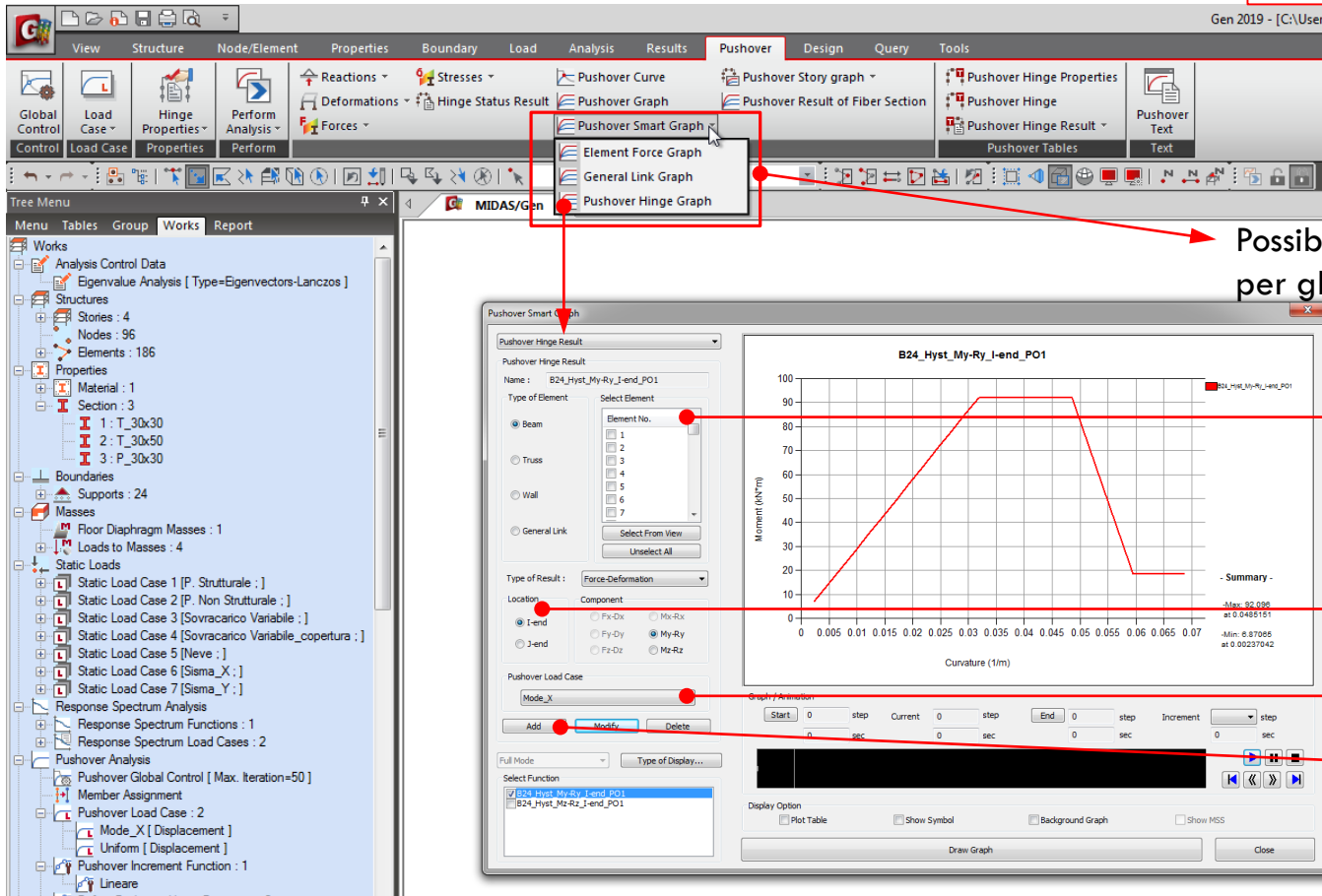
Proporzionale alle masse

**Si vede che con la distribuzione di forze proporzionale alle masse si ha una risposta peggiore della struttura**

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *ANALISI STATICA NON LINEARE*

Visualizzazione dei risultati



Possibilità di plottare grafici per gli elementi e le cerniere

Selezionare l'elemento

Estremità che si vuole interrogare

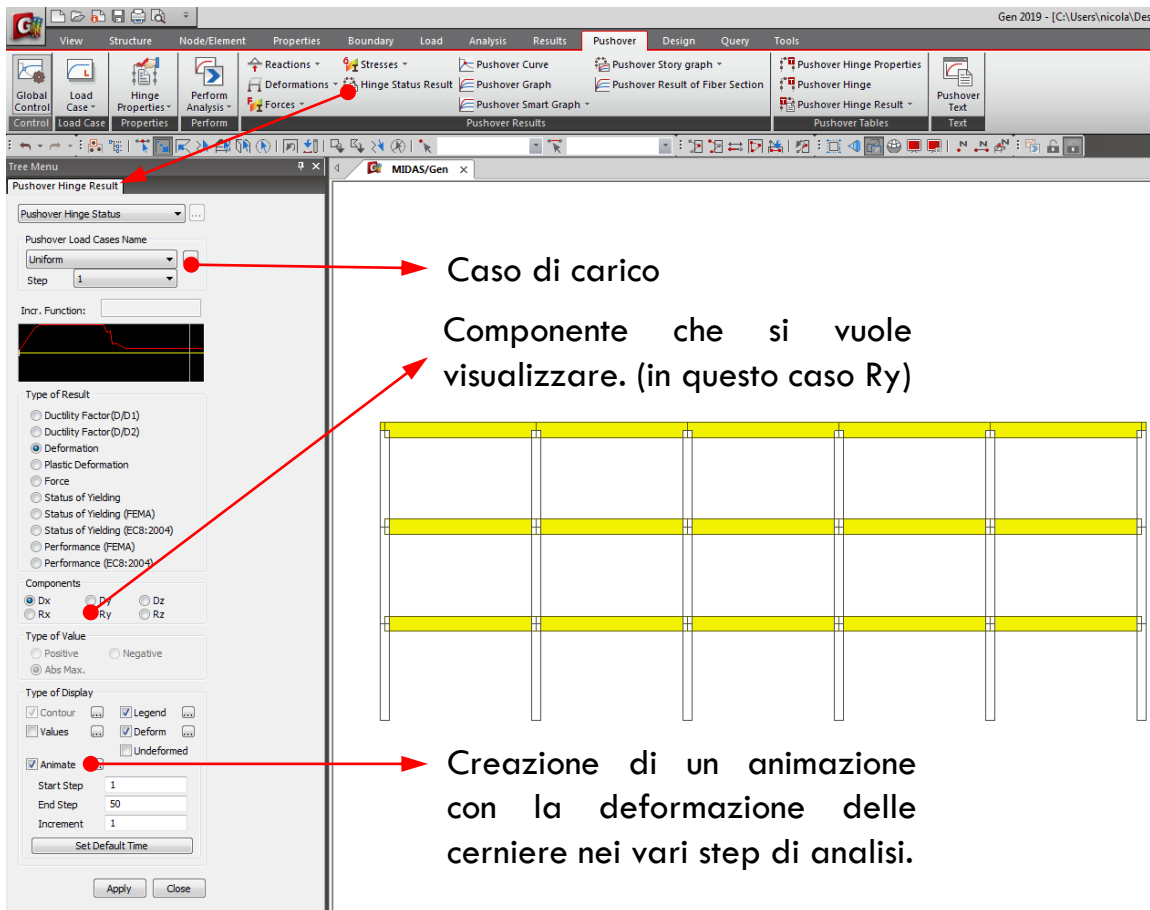
Caso di carico

Creazione del grafico

# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *ANALISI STATICA NON LINEARE*

Visualizzazione dei risultati

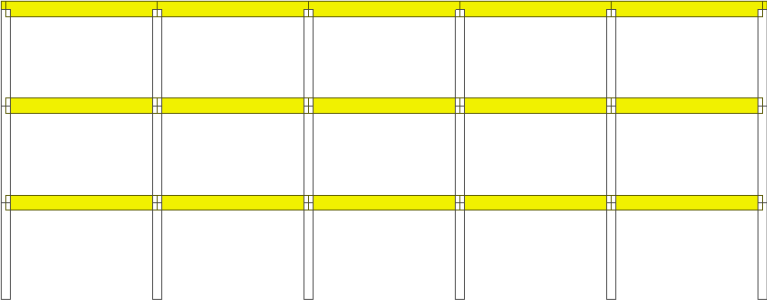


The image shows the MIDAS/Gen software interface. The main window displays the 'Pushover Hinge Result' dialog box. The 'Pushover Load Cases Name' is set to 'Uniform' and 'Step' is 1. The 'Type of Result' is set to 'Deformation'. The 'Components' section has 'Ry' selected. The 'Type of Value' is set to 'Abs Max.'. The 'Type of Display' section has 'Animate' checked. The 'Start Step' is 1, 'End Step' is 50, and 'Increment' is 1. The 'Apply' and 'Close' buttons are at the bottom.

Case di carico

Componente che si vuole visualizzare. (in questo caso Ry)

Creazione di un animazione con la deformazione delle cerniere nei vari step di analisi.



The diagram shows a structural frame with three vertical columns and three horizontal beams. The beams are highlighted in yellow, indicating the component of interest for the analysis.



# ANALISI STRUTTURALE CON MIDAS GEN

## *ANALISI STATICA NON LINEARE*

Visualizzazione dei risultati

