



# COMUNE DI TOANO

Provincia di Reggio Emilia

Corso Trieste, n° 65 - 42010 Toano Tel 0522 805178 - Fax 0522 805542  
E-mail: edilizia@comune.toano.re.it - PEC: comune.toano@legalmail.it

---

**BANDO RIGENERAZIONE URBANA 2021 (BANDO RU21)**  
L.R. 24/2017 "Disciplina regionale sulla tutela e l'uso del territorio"  
LINEA B: contributi destinati al recupero integrale di un immobile e del suo contesto nell'ambito di progetti di rigenerazione urbana consolidati e di più ampio respiro, che prevedano l'inserimento di nuove funzioni.

---

## **Progetto per la realizzazione di uno spazio per la comunità: L'Ex cinema parrocchiale di Quara.**

Via Conte Sasso, n°32  
Foglio 63 - Mappale 581 - Subalterni 3 e 4  
CUP: F78I21002520006

### **Progettista architettonico e strutturale:**

Ing. Lucio Iotti  
via G. Bizet, n°3 - 42123  
Reggio Emilia (RE)

### **Ufficio Tecnico del comune di Toano**

Responsabile: **Geom. Bondi Erica**

E-mail: [lavoripubblici@comune.toano.re.it](mailto:lavoripubblici@comune.toano.re.it)

Tel. 0522 805110 (Int. 8)

---

RELAZIONE DI CALCOLO E SUI MATERIALI

---

ELABORATI STRUTTURALI

---

AGOSTO 2023

---

tav. n.

**S.01.01**

Regione Emilia Romagna – Provincia di Reggio Emilia

Comune di Toano (RE)

**PROGETTI DI RECUPERO DELL'EX CINEMA PARROCCHIALE  
DEL BORGO DI QUARA SITO**

In Via Conte Sasso 32 – 42010 Comune di Toano (RE)

COMMITTENTE: Comune di Toano

**RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE**

Progetto strutturale redatto ai sensi della DGR 1373/2011

2. RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE
3. RELAZIONE SUI MATERIALI
4. ELABORATI GRAFICI ESECUTIVI E PARTICOLARI COSTRUTTIVI
5. PIANO DI MANUTENZIONE DELLA PARTE STRUTTURALE DELL'OPERA
6. RELAZIONI SPECIALISTICHE SUI RISULTATI SPERIMENTALI

Toano, AGOSTO 2023

Il Progettista Strutturale

(Ing. Lucio Iotti)

# 1 Indice

<b>1</b>	<b>INDICE .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE .....</b>	<b>3</b>
2.1	Illustrazione sintetica degli elementi essenziali del progetto strutturale .....	3
2.2	Descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica .....	6
2.3	Quadro normativo di riferimento adottato .....	10
2.4	Azioni di progetto sulla costruzione .....	10
2.5	Modello/i numerico/i.....	15
2.6	Combinazioni e/o percorsi di carico .....	37
2.7	Principali risultati .....	47
2.8	Verifiche a SLU .....	79
2.9	Verifiche a SLE.....	95
<b>3</b>	<b>RELAZIONE SUI MATERIALI .....</b>	<b>111</b>
3.1	Elenco dei materiali impiegati e loro modalità di posa in opera .....	111
3.2	Valori di calcolo .....	111
<b>4</b>	<b>ELABORATI GRAFICI ESECUTIVI E PARTICOLARI COSTRUTTIVI .....</b>	<b>114</b>
<b>5</b>	<b>PIANO DI MANUTENZIONE DELLA PARTE STRUTTURALE DELL'OPERA. ....</b>	<b>115</b>
5.1	Attività di manutenzione dell'intervento. ....	115
5.2	Ulteriori prescrizioni comuni a tutti i tipi di strutture. ....	116
<b>6</b>	<b>RELAZIONI SPECIALISTICHE SUI RISULTATI SPERIMENTALI. ....</b>	<b>117</b>
6.1	Relazione geologica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito.....	117
6.2	Relazione geotecnica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno. ....	117
6.3	Relazione sulla modellazione sismica concernente la "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. ....	118
<b>7</b>	<b>ALLEGATI.....</b>	<b>120</b>

<b>7.1</b>	<b>ALLEGATO A - Verifiche di capacità portante e dei cedimenti.....</b>	<b>120</b>
<b>7.2</b>	<b>ALLEGATO B - Verifiche del solaio latero cementizio di piano .....</b>	<b>121</b>
<b>7.3</b>	<b>ALLEGATO C - Verifiche di sporto in c.a. ....</b>	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
<b>7.4</b>	<b>ALLEGATO D - Verifiche di espulsione dei tamponamenti. ....</b>	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>

## 2 Relazione di calcolo strutturale

### 2.1 Illustrazione sintetica degli elementi essenziali del progetto strutturale

- a) Descrizione del contesto edilizio e delle caratteristiche geologiche, morfologiche e idrogeologiche del sito oggetto di intervento e con l'indicazione, per entrambe le tematiche, di eventuali problematiche riscontrate e delle soluzioni ipotizzate, tenuto conto anche delle indicazioni degli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica:

**vedi § 2.1 Illustrazione sintetica degli elementi essenziali del progetto strutturale.**

- b) Descrizione generale della struttura sia in elevazione sia in fondazione, e della tipologia di intervento, con indicazione delle destinazioni d'uso previste per la costruzione, dettagliate per ogni livello entro e fuori terra, e dei vincoli imposti dal progetto architettonico;

**vedi § 2.2 Premessa e 2.3.1 Inquadramento generale**

*La variante in progetto consiste nelle modifiche del progetto originario sotto elencate:*

- *Variazione del materiale da costruzione e conseguente tipologia strutturale (da fabbricato in muratura a fabbricato a telaio in c.a.);*

*In accordo alla D.G.R. 687/2011, tali interventi comportano variazioni sensibili all'organismo strutturale e conseguentemente la variante in progetto è di tipo sostanziale.*

- c) Normativa tecnica e riferimenti tecnici utilizzati, tra cui le eventuali prescrizioni sismiche contenute negli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica;

**vedi § 2.3 Quadro normativo di riferimento adottato**

- d) Definizione dei parametri di progetto che concorrono alla definizione dell'azione sismica di base del sito (vita nominale - VN, classe d'uso, periodo di riferimento - VR, categoria del sottosuolo, categoria topografica, amplificazione topografica, zona sismica del sito, coordinate geografiche del sito), delle azioni considerate sulla costruzione e degli eventuali scenari di azioni eccezionali;

**vedi §2.2.3 Caratteristiche generali della struttura e approccio di verifica utilizzato.**

- e) Descrizione dei materiali e dei prodotti per uso strutturale, dei requisiti di resistenza meccanica e di durabilità considerati;

**vedi § 3 Relazione sui materiali**

- f) Illustrazione dei criteri di progettazione e di modellazione: classe di duttilità, regolarità in pianta ed in alzato, tipologia strutturale, fattore di struttura - q e relativa giustificazione, stati limite indagati, giunti di separazione fra strutture contigue, criteri per la valutazione degli elementi non strutturali e degli impianti, requisiti delle fondazioni e collegamenti tra fondazioni, vincolamenti interni e/o esterni, schemi statici adottati;

**vedi § 2.2.3 Caratteristiche generali della struttura e approccio di verifica utilizzato**

- g) Indicazione delle principali combinazioni delle azioni in relazione agli SLU e SLE indagati: coefficienti parziali per le azioni, coefficienti di combinazione;

**vedi § 2.6 Combinazioni e/o percorsi di carico**

- h) Indicazione motivata del metodo di analisi seguito per l'esecuzione della stessa: analisi lineare o non lineare, analisi statica o dinamica;

**vedi §2.5.1.2 Metodologia di analisi**

- i) Rappresentazione delle configurazioni deformate e delle caratteristiche di sollecitazione delle strutture più significative, così come emergenti dai risultati dell'analisi, sintesi delle verifiche di sicurezza, e giudizio motivato di accettabilità dei risultati;

**vedi § 2.6 Combinazioni e percorsi di carico**

- j) Criteri di verifica agli Stati limite indagati, in presenza di azione sismica:

- Stati limite ultimi, in termini di resistenza, di duttilità e di capacità di deformazione,  
**vedi § 2.8 Verifiche a SLU**

- Stati limite di esercizio, in termini di resistenza e di contenimento del danno agli elementi non strutturali

**vedi § 2.9 Verifiche a SLE**

- k) Caratteristiche e affidabilità del codice di calcolo;

**vedi §2.5.2 Informazioni sul codice di calcolo.**

- l) Con riferimento alle strutture geotecniche o di fondazione: fasi di realizzazione dell'opera (se pertinenti), sintesi delle massime pressioni attese, cedimenti e spostamenti

assoluti/differenziali, distorsioni angolari, verifiche di stabilità terreno-fondazione eseguite, ed altri aspetti e risultati significativi della progettazione di opere particolari;  
**vedi §6 Relazioni specialistiche sui risultati sperimentali.**

## **2.2 Descrizione generale dell'opera e dei criteri generali di analisi e verifica**

### **2.2.1 Inquadramento generale**

L'intervento prevede la ristrutturazione con demolizione e ricostruzione del fabbricato che ospitava il cinema parrocchiale e la canonica, entrambi non più utilizzati da molti anni.

Una approfondita indagine tecnica svolta in fase di redazione del Progetto di Fattibilità Tecnico ed Economico ha evidenziato la non convenienza e praticabilità del recupero dell'attuale fabbricato a causa della vetustà del manufatto, della (povera) tecnica costruttiva originaria e del cattivo stato manutentivo. Tanto l'adeguamento alla normativa in materia antisismica quanto il raggiungimento di sufficienti prestazioni energetiche dell'involucro rendevano impraticabile questa soluzione.

Il nuovo edificio è impostato sullo stesso sedime di quello esistente e ne riprende volumetria, profili e organizzazione dello spazio. Si compone di due parti, una grande sala che occupa tutta la porzione settentrionale, ad un solo piano, dove si trovano anche un ufficio per la sede delle associazioni e i servizi igienici.

Nella porzione meridionale insiste un volume a tre livelli che ospita la foresteria/ostello, con ingresso, soggiorno e cucina al piano terreno, tre camere con servizi al primo piano e il locale tecnico a piano sottostrada.

La struttura in oggetto è inscritta in un rettangolo di dimensioni pari a 28.2 m x 11.85 m circa; in elevazione invece raggiunge un'altezza massima di 8.25 m..

Gli impalcati di piano e di copertura sono del tipo latero cementizio di altezza variabile; in particolare il primo impalcato ha altezza 24+4 cm, il secondo 20+5 cm, mentre le coperture sono costituite da travi e travetti in legno lamellare.

La struttura in elevazione portante per i carichi verticali e sismo resistente è a telaio in c.a. in opera ed è costituita da:

- Pilastri in c.a. sezione quadrata, rettangolare;
- Travi in c.a. ribassate e in spessore di solaio a sezione rettangolare
- Solai di piano latero-cementizio di spessore 28, 25 cm
- Copertura in travi e travetti in legno lamellare

Le strutture di fondazione sono costituite da un reticolo di travi in c.a. a sezione rettangolare con piano di posa a circa -2.85 m rispetto al piano campagna.

## 2.2.2 Localizzazione dell'intervento

- Viale Battisti angolo Viale Risorgimento
- Località Quara
- Comune di Toano
- Coordinante Geografiche (ED50)
  - Lat. Nord 44.356374° N
  - Long. Est 10.507945° E
- Altezza sul livello del mare 716 m.s.l.m



Figura 1 - Individuazione del sito d'intervento.

## 2.2.3 Caratteristiche generali della struttura e approccio di verifica utilizzato

### CARATTERISTICHE GENERALI DELLA STRUTTURA

Vita nominale	V_N	50 y
Classe d'uso		III
Coefficiente d'uso	C_u	1.5
Vita di riferimento	V_R	75 y
Materiale della struttura		C.A. IN OPERA
Classe di duttilità		STRUTTURA DEFORMABILE TORSIONALMENTE
Regolarità in pianta		NO
Regolarità in elevazione		NO
Tipologia strutturale		STRUTTURA A TELAIIO
Fattore di comportamento per la componente orizzontale del sisma	qX_slv	1.60

in direzione X a **Stato Limite di Salvaguardia della vita**

Fattore di comportamento per la componente orizzontale del sisma

qY\_slv 1.60

in direzione Y a **Stato Limite di Salvaguardia della vita**

Fattore di comportamento per la componente orizzontale del sisma a **Stato Limite di Danno**

qY\_sld 1.00

Fattore di struttura per la componente verticale del sisma

q NON  
CONSIDERATO

## APPROCCIO DI VERIFICA 2

Set di coefficienti parziali

A1 - M1 - R3

### 2.2.4 Determinazione del fattore di comportamento

La determinazione del fattore di struttura è stata eseguita in base alle seguenti considerazioni:

- La struttura (per entrambe le direzioni) è a telaio, poiché le azioni verticali e orizzontali sono affidate ai telai;
- La struttura è deformabile torsionalmente, non essendo  $r/l_s > 1$  a tutti i piani;

Calcolo delle rigidezze di piano

Visualizzare in tabella:

dettagli impalcato

opzioni di calcolo

pulsanti di visualizzazione

dettagli del calcolo

Opzioni:

Incastra fondazioni alla base

Cancella fase di calcolo rigidezze all'uscita

Molt. visualizz. centri:

Avvisi / resoconti del calcolo:

- Struttura deformabile torsionalmente;

Nome Impalcato	Piano rigido	Nodo rif.	Shear type	Calcolo Ls	xR (cm)	yR (cm)	Is <sup>2</sup> (cm <sup>2</sup> )	rx / Is	ry / Is
I Impalcato	<input checked="" type="checkbox"/>	3433	<input type="checkbox"/>	Geometrico	1476.696	580.055	756975.0	1.201	1.146
II Impalcato	<input checked="" type="checkbox"/>	34	<input type="checkbox"/>	Geometrico	674.301	560.989	233525.5	1.440	1.444
Copertura Bassa	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	Geometrico	1823.274	1020.772	239138.0	0.270	0.471
Copertura Alta	<input type="checkbox"/>	0	<input type="checkbox"/>	Geometrico	549.687	137.763	233525.5	0.232	0.501

- La struttura non è regolare in pianta (§7.2.2).
- La struttura non è regolare in altezza (§7.2.2).
- La struttura non è a pendolo inverso in quanto nel terzo superiore della costruzione non è presente più del 50% della massa sismica.

Fattore di Struttura qx

Costruzioni con Struttura in C.A. (par. 7.4.3.2) e Prefabbricate (par. 7.4.5.1)

Tipo struttura  
 In opera    Prefabbricato

$\alpha_U / \alpha_1$   
 Da analisi non lineare  
 $\alpha_1$      $\alpha_U$

$K_R$   
 Da tipologia edificio  
 a) Edifici a telaio di un piano

Tipologia  
 Strutture deformabili torsionalmente

$q_0$     kw

Fattore di struttura q per stati limite ultimi e di danno  
 Imposto   q =  da usare:     Controllo massimo fattore di struttura SLV  
 q0 =  da usare:    Fattore di struttura per SLD:

OK   Annulla

Figura 2 – Fattore di comportamento della struttura in direzione X

Fattore di Struttura qy

Costruzioni con Struttura in C.A. (par. 7.4.3.2) e Prefabbricate (par. 7.4.5.1)

Tipo struttura  
 In opera    Prefabbricato

$\alpha_U / \alpha_1$   
 Da analisi non lineare  
 $\alpha_1$      $\alpha_U$

$K_R$   
 Da tipologia edificio  
 a) Edifici a telaio di un piano

Tipologia  
 Strutture deformabili torsionalmente

$q_0$     kw

Fattore di struttura q per stati limite ultimi e di danno  
 Imposto   q =  da usare:     Controllo massimo fattore di struttura SLV  
 q0 =  da usare:    Fattore di struttura per SLD:

OK   Annulla

Figura 3 – Fattore di comportamento della struttura in direzione Y

## 2.3 Quadro normativo di riferimento adottato

### 2.3.1 Norme di riferimento cogenti

- Legge n° 1086 del 5-11-1971 “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato e a struttura metallica”;
- Legge n° 64 del 2-2-1974 “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;
- D.M. Min. Infrastrutture del 17 gennaio 2018 “Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- Circolari Ministeriali varie sulle istruzioni delle dette norme.

## 2.4 Azioni di progetto sulla costruzione

### 2.4.1 Azioni statiche

#### 2.4.1.1 Pesi propri dei materiali strutturali e Carichi permanenti non strutturali

##### ELEMENTI DI CLS

Peso proprio **G1\_PP 25 kN/mc**

##### TAMPONAMENTI IN MURATURA

Peso proprio **G2\_TAMP 2.50 kN/mq**

SOLAIO A TRAVETTI E PIGNATTE I IMPALCATO 24+4 cm					
	h	base	interasse	$\gamma$	Carico
	cm	cm	cm	kN/mc	kN/mq
TRAVETTI	24	10	50	25	1,20
PIGNATTE	24	40	50	8	1,55
CALDANA STRUTTURALE	4			25	1,00
				G1	<b>3,75</b>
INTONACO INTRADOSSO	1			20	0,20
CLS ALLEGGERITO “POLIMIX” PER IMPIANTI	6			10	0,60
MASSETTO	4			20	0,80
PAVIMENTO	1			20	0,25
INCIDENZA TRAMEZZI					0,40
	40			G2	<b>2,25</b>
				G1+G2	<b>6,00</b>

## SOLAIO A TRAVETTI E PIGNATTE DI PIANO 20 +5 cm

	h cm	base cm	interasse cm	$\gamma$ kN/mc	Carico kN/mq
TRAVETTI	20	10	50	25	1,00
PIGNATTE	20	40	50	6,25	1,00
CALDANA STRUTTURALE	5			25	1,25
				G1	3,25
INTONACO INTRADOSSO	1			20	0,20
ISOLANTE	3			0,05	0,15
CLS ALLEGGERITO "POLIMIX" PER IMPIANTI	7			10	0,70
MASSETTO	3			20	0,60
PAVIMENTO	1			20	0,20
INCIDENZA TRAMEZZI					0,40
	40			G2	2,25
				G1+G2	5,50

### 2.4.2 Azioni variabili

#### CARICO ACCIDENTALE PIANO TERRA

CATEGORIA A  $Q_{ACC\_C}$  4,00 kN/mq.

#### CARICO ACCIDENTALE PIANO PRIMO

CATEGORIA A  $Q_{ACC\_A}$  2,00 kN/mq.

#### NEVE

Zona neve	Zona	I Mediterranea
Altitudine sul livello del mare del sito (< 1500 m s.l.m.)	as	716 m s.l.m.
Carico neve al suolo (caratteristico)	qsk	3.26 kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di esposizione	CE	1
Coefficiente termico	Ct	1
Coefficiente di forma	$\mu_i$	0,8
<b>Carico neve distribuzione medio caso (i)</b>	<b><math>Q_{NEVE}</math></b>	<b>2.60 kN/m<sup>2</sup></b>

#### Calcolo di coefficiente di forma per scivolamento neve $\mu_s$ , accumulo vento $\mu_w$ I – Cop. bassa

Pendenza falda superiore	< 15°
Dislivello tra le coperture	h 2,70 m
Carico neve aggiuntivo dovuto a scivolamento	$\mu_s$ 0.00
Lunghezza di formazione accumulo	5,40 m

	$I_s$		
Peso dell'unità di volume della neve		$\gamma$	2 kN/m <sup>3</sup>
Carico neve aggiuntivo dovuto a vento max		$\mu_w$	3,60
<b>Carico neve distribuzione medio caso (ii)</b>		<b>Q_NEVE</b>	<b>3,30</b> <b>kN/mq</b>
<b>AZIONI DEL VENTO<sup>1</sup></b>			
Zona eolica			2
Velocità di riferimento del vento	v_ref	25	m/s
	a_0	25	m
	k_a	0,015	1/s
Pressione cinetica di riferimento	q_ref	0,391	kN/mq
Classe di rugosità			C
Categoria di esposizione			III
	kr	0,2	
Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione	z0	0,1	
	z_min	5	m

### 2.4.3 Azioni sismiche

DM 2018

Categoria suolo fondazione: B

Categoria topografica: 1

Percentuale smorzam. equivalente:  $\xi$  5 %

Fattore di strutt. base q<sub>0,x</sub> 2 q<sub>0,y</sub> 2

Fattore di struttura SLV: q<sub>x</sub> 1.6 q<sub>y</sub> 1.6 q<sub>z</sub> 1.5

Fattore di struttura SLD: q<sub>x</sub> 1 q<sub>y</sub> 1

Periodo T<sub>c</sub> (sec.) xy SLV 0.417 z 0.15  Auto

xy SLD 0.385

**Analisi statica equivalente**  
 Quota di riferim fondazioni: cm 0  
 Coefficiente Lambda:  $\lambda$  1  
 Periodo fondam. T (secondi):  
 X 0 Y 0 Z 0  

Opzioni avanzate analisi statica equiv.

**Analisi dinamica** Parametri analisi modale

**Analisi Pushover** Gerarchia resistenze

Selezione elementi con sisma verticale:

Coefficiente eccentricità accidentale centro di massa (vd. Definizione impalcati): 0.05

% per ottenere la rigidezza fessurata 70

Peso proprio incluso in calcolo eccentricità masse

Escludi massa propria elementi da analisi sismica

Ecc. costante

Auto Lx 0 Ly 0 cm

**Amplificazione sollecitazioni taglio aste**

Usa momento resistente asta sempre  Auto

Fase di appartenenza analisi sismica statica equivalente e dinamica modale

Figura 4 - Parametri generali azione sismica.

<sup>1</sup> Nel seguito si trascureranno le azioni dovute al vento in quanto non significative per la struttura in oggetto.

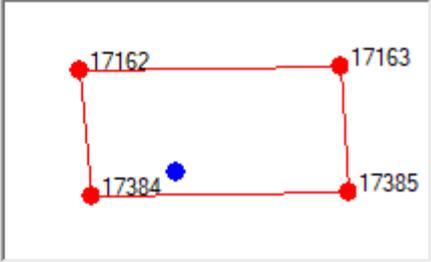
### 2.4.3.1 Azione sismica orizzontale – SLD e SLV

Parametri spettri di risposta automatici

Par. 3.2 DM 14/1/2008

Reticolo  
 Isole  
 Interpolaz. con media pond. (DM '08)  
 Interpolaz. con superf. rigata

Lon (°)  Lat (°)



SLE

SLO

Auto PVR =  % TR =  anni  
 Auto ag/g =  Fo =  Tc\* =  s

SLD

Auto PVR =  % TR =  anni  
 Auto ag/g =  Fo =  Tc\* =  s

SLU

SLV

Auto PVR =  % TR =  anni  
 Auto ag/g =  Fo =  Tc\* =  s

SLC

Auto PVR =  % TR =  anni  
 Auto ag/g =  Fo =  Tc\* =  s

OK Annulla

Figura 5 - Parametri spettrali.

- Condizioni sismiche

	Nome	Tipo	Sottotipo	Spettro	ag/g	Molt X	Molt Y	Molt Z
1	Sisma SLD X	Sisma SLE x	SLD	~DM 2018 SLD X	0.0858	1	0	0
2	Sisma SLD Y	Sisma SLE y	SLD	~DM 2018 SLD Y	0.0858	0	1	0
3	Sisma SLV X	Sisma SLU x	SLV	~DM 2018 SLV X	0.1889	1	0	0
4	Sisma SLV Y	Sisma SLU y	SLV	~DM 2018 SLV Y	0.1889	0	1	0

Figura 6 - Condizioni sismiche.

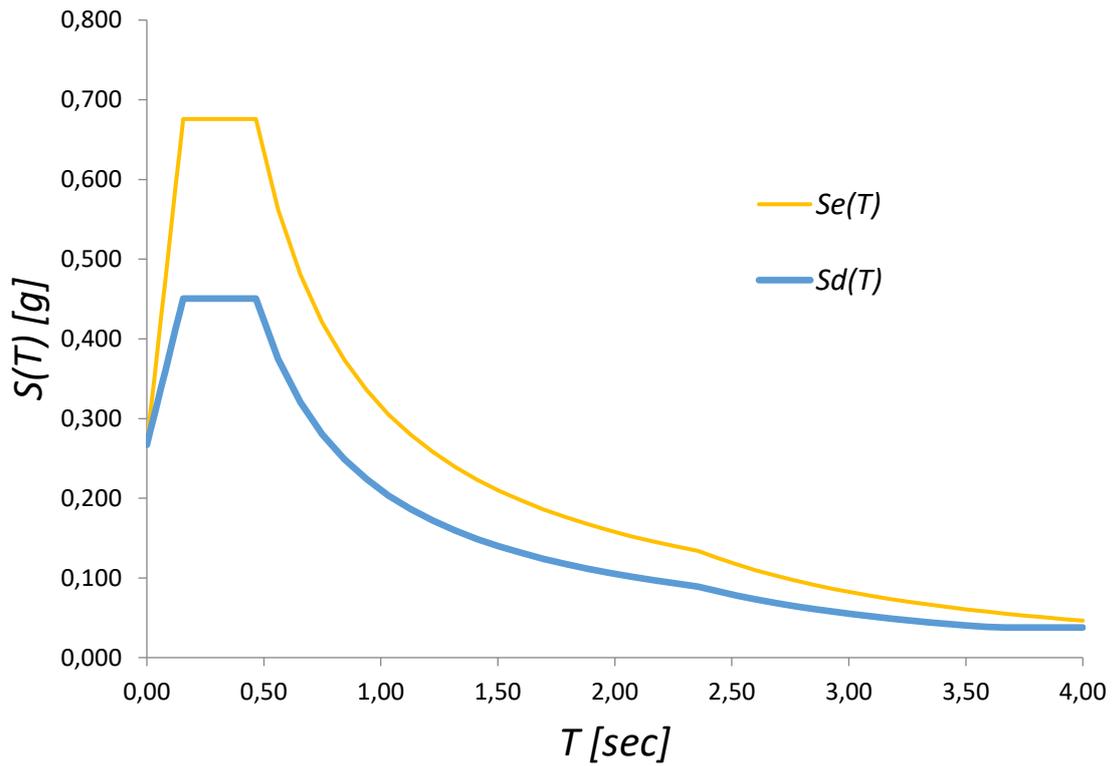


Figura 7 - Spettro SLV / SLV ELASTICO. Fattore di comportamento  $q = 1,50$

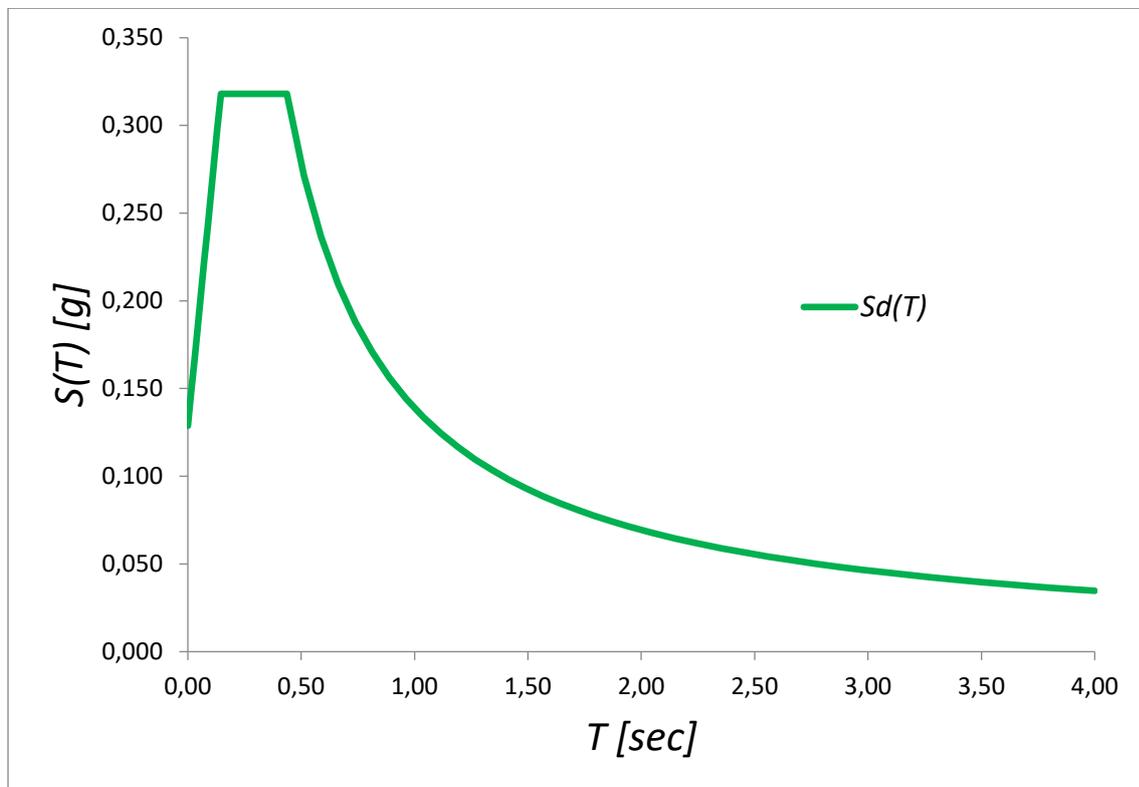


Figura 8 - Spettro SLD.

## 2.5 Modello/i numerico/i

Si riporta la descrizione del modello strutturale correlato con quello geotecnico ed i criteri generali di analisi e di verifica

### 2.5.1 Metodologia di modellazione ed analisi

#### 2.5.1.1 Metodologia di modellazione

Nel calcolo della struttura si utilizzano 2 modelli.

- **Modello 1** per l'analisi statica e sismica della sovrastruttura: per l'analisi dinamica modale si adotta il fattore di struttura 1,60 per entrambe le direzioni d'ingresso del sisma.
- **Modello 2** per l'analisi statica e sismica delle strutture di fondazione: per l'analisi dinamica modale si adotta il fattore di struttura  $q = 1.60$  per entrambe le direzioni d'ingresso del sisma e amplificando le sollecitazioni sismiche del fattore 1.1, progettando quindi le fondazioni in accordo con il §7.2.5 del DM 17/1/2018<sup>2</sup>.

Si riportano di seguito le principali scelte di modellazione generalmente valide per entrambi i modelli (tranne dove specificato).

##### 2.5.1.1.1 *Elementi impiegati*

La struttura è stata modellata utilizzando:

- Elementi beam a 2 nodi per travi e pilastri in elevazione;
- Elementi shell a 4 nodi per pareti orizzontali delle strutture di fondazione;
- Elementi shell a 4 nodi su suolo elastico alla Winkler le parti orizzontali delle fondazioni;

##### 2.5.1.1.2 *Modulo di Winkler*

Per il modello di calcolo relativo alle strutture di fondazione si è considerato un modulo di Winkler pari a  $0.015 \text{ N/mm}^3$  ( $1.5 \text{ kg/cm}^3$ ).

L'utilizzo di detto valore non comporta modifiche significative in termini di taglio alla base rispetto al modello con incastri.

##### 2.5.1.1.3 *Modellazione dei carichi*

Nel modello di calcolo sono stati applicati i carichi dovuti a:

- Pesi propri delle sezioni degli elementi strutturali (G1+G1\_PP)
- Carichi permanenti non strutturali (G2)

---

<sup>2</sup> [...] tali azioni risultino [...] comunque non maggiori di quelle derivanti da una analisi elastica della struttura in elevazione eseguita con un fattore di struttura  $q$  pari a 1.

- Tamponamenti (G2\_TAMP)
- Carichi accidentali della categoria A (Q\_ACC\_A)
- Carichi accidentali NEVE (Q\_NEVE)
- Azioni sismiche lungo x e y a SLD e SLV (Sisma\_SLD X, Sisma\_SLD Y)  
(Sisma\_SLV X, Sisma\_SLV Y)

#### 2.5.1.1.4 *Modellazione delle masse*

Nei modelli sono state applicate le masse associate ai carichi di seguito elencati, calcolate come masse distribuite sugli elementi su cui gravano oppure (per i tamponamenti) **ripartite al 50% tra la trave superiore e inferiore che chiude il tamponamento:**

- Pesi propri e Carichi permanenti portati (G1\_PP, G1, G2, G2\_TAMP) ->  $\psi_2 = 1.0$
- Carichi accidentali della categoria A (Q\_ACC\_A)->  $\psi_2 = 0.3$
- Carichi accidentali NEVE (Q\_NEVE)->  $\psi_2 = 0.0$

#### 2.5.1.1.5 *Vincoli esterni*

- Nel modello di calcolo si sono vincolati i nodi in fondazione mediante il codice di vincolo = 110000 ({ux, uy, uz, rx, ry, rz} dove 1 = gdl bloccato, 0 = gdl libero)

#### 2.5.1.1.6 *Vincoli interni*

- Nel modello di calcolo 1 e 2 si considerano come rigidi l'impalcato 1 e 2.

#### 2.5.1.2 Metodologia di analisi

L'analisi del modello di calcolo è stata condotta:

- Mediante il Metodo degli Elementi Finiti (F.E.M.)
- Nell'ipotesi di comportamento Elastico Lineare dei materiali
- Trascurando gli effetti geometrici del 2° ordine in relazione al valore del fattore  $\theta$  che comunque per ciascun impalcato è **sempre minore di 0.1**

### 2.5.1.2.1 Calcolo fattore theta<sup>3</sup>

▮ Risultati - Calcolo del fattore theta

Verticale	Impalcato	Nodo rif.	Orig. theta (cm)	Metodo calc.	h (cm)
Vert 1	I Impalcato	8317	(1333.12; 586.437)	Ordinario	260
dir. Theta	Comb.	Val. Theta	P (kN)	dr (cm)	H (kN)
theta X	6	0.00620	-5247.574	0.27416	891.94470
theta Y	31	0.00548	-5302.980	0.13255	492.98230
Verticale	Impalcato	Nodo rif.	Orig. theta (cm)	Metodo calc.	h (cm)
Vert 1	II Impalcato	34	(648.319; 612.162)	Ordinario	320
dir. Theta	Comb.	Val. Theta	P (kN)	dr (cm)	H (kN)
theta X	8	0.01296	-2051.082	1.47159	727.70208
theta Y	29	0.01659	-2210.733	1.58115	658.30635
Verticale	Impalcato	Nodo rif.	Orig. theta (cm)	Metodo calc.	h (cm)
Vert 1	Copertura Bassa	45	(2004.01; 581.794)	Ordinario	80
dir. Theta	Comb.	Val. Theta	P (kN)	dr (cm)	H (kN)
theta X	2	0.02789	-526.5812	-1.1125	262.55483
theta Y	32	0.07790	-485.9963	3.87436	302.14030
Verticale	Impalcato	Nodo rif.	Orig. theta (cm)	Metodo calc.	h (cm)
Vert 1	Copertura Alta	73	(618.154; 628.283)	Ordinario	240
dir. Theta	Comb.	Val. Theta	P (kN)	dr (cm)	H (kN)
theta X	2	0.00891	-298.6379	2.45285	342.55117
theta Y	24	0.01548	-297.6293	3.26903	261.86946

### 2.5.1.3 Metodologia di verifica

La verifica delle sezioni è stata condotta:

- Secondo il metodo degli Stati limite (S.L.)
- Considerando per ogni asta l'involuppo delle sollecitazioni dovuto alle combinazioni delle azioni di progetto.

Per il modello è stata eseguita un'analisi sismica:

- **Per l'analisi dinamica modale (a spettro di risposta) con fattore di struttura.**
- considerando un numero di modi sufficiente a movimentare una **massa > 95% di quella totale, senza scartare i modi con massa inferiore al 5%.**
- Considerando **un'eccentricità accidentale** delle masse pari a 5% nelle 2 direzioni principali della dimensione in pianta (mediante lanci multipli dell'analisi modale con distribuzione delle masse nodali variata per ottenere l'eccentricità richiesta)<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Calcolo secondo DM'08 §7,3,1 - formula (7.3.2)

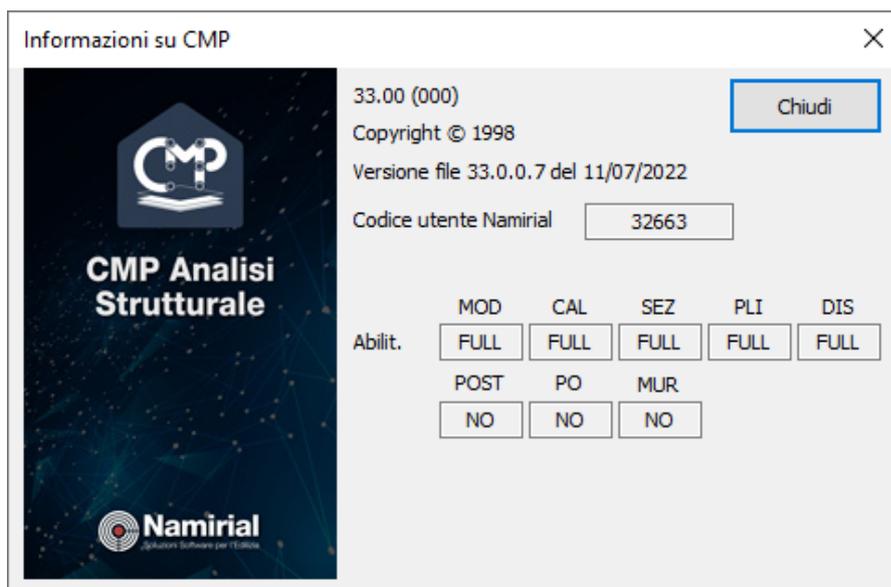
<sup>4</sup> Le CdC sismiche impostate per l'analisi dinamica e/o statica equivalente vengono automaticamente sdoppiate con l'aggiunta al nome di ogni CdC sismica di Dx (eccentricità a destra del baricentro) e Sx (eccentricità a sinistra del baricentro). Per ogni CdC sismica orizzontale vengono associate due distribuzioni di masse,

## 2.5.2 Informazioni sul codice di calcolo

### 2.5.2.1 Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Il calcolo dell'intera struttura è sviluppato mediante il software CMP versione 30 prodotto da Namirial S.p.A. abbinato al solutore XFinest di Harpaceas S.r.l.

Si allega sotto la figura con descrizione precisa della versione di CMP utilizzata:



### 2.5.2.2 Affidabilità dei codici utilizzati

Dall'esame della documentazione a corredo del software si ritiene il programma di calcolo utilizzato nell'analisi affidabile e idoneo all'utilizzo per la risoluzione e la verifica del caso specifico.

Si rimanda al sito del produttore <http://www.edilizianamirial.it/software-calcolo-strutturale.asp>, dove è reperibile la documentazione di affidabilità e di validazione.

### 2.5.2.3 Validazione dei codici

Con riferimento alla classe d'uso della struttura non si rende necessaria una validazione indipendente del calcolo strutturale.

---

*rispettivamente con eccentricità a destra e sinistra rispetto al baricentro di ogni piano; ogni distribuzione di massa corrisponde ad un lancio del solutore per l'estrazione dei modi di vibrare.*

## 2.5.3 Modellazione della geometria e delle proprietà meccaniche

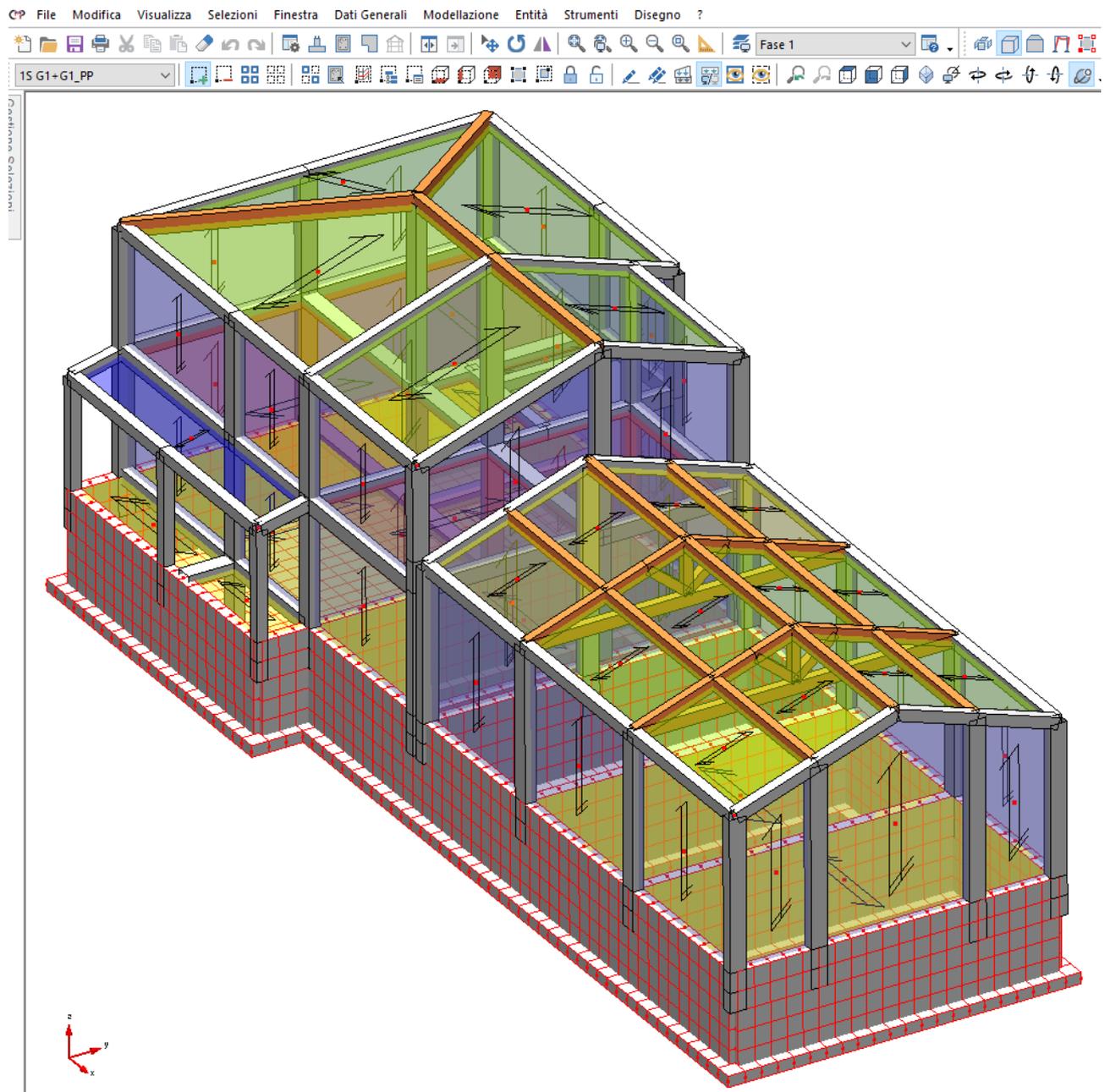


Figura 9 - Modello di calcolo 1 – Vista assometrica 3D SOLIDO.

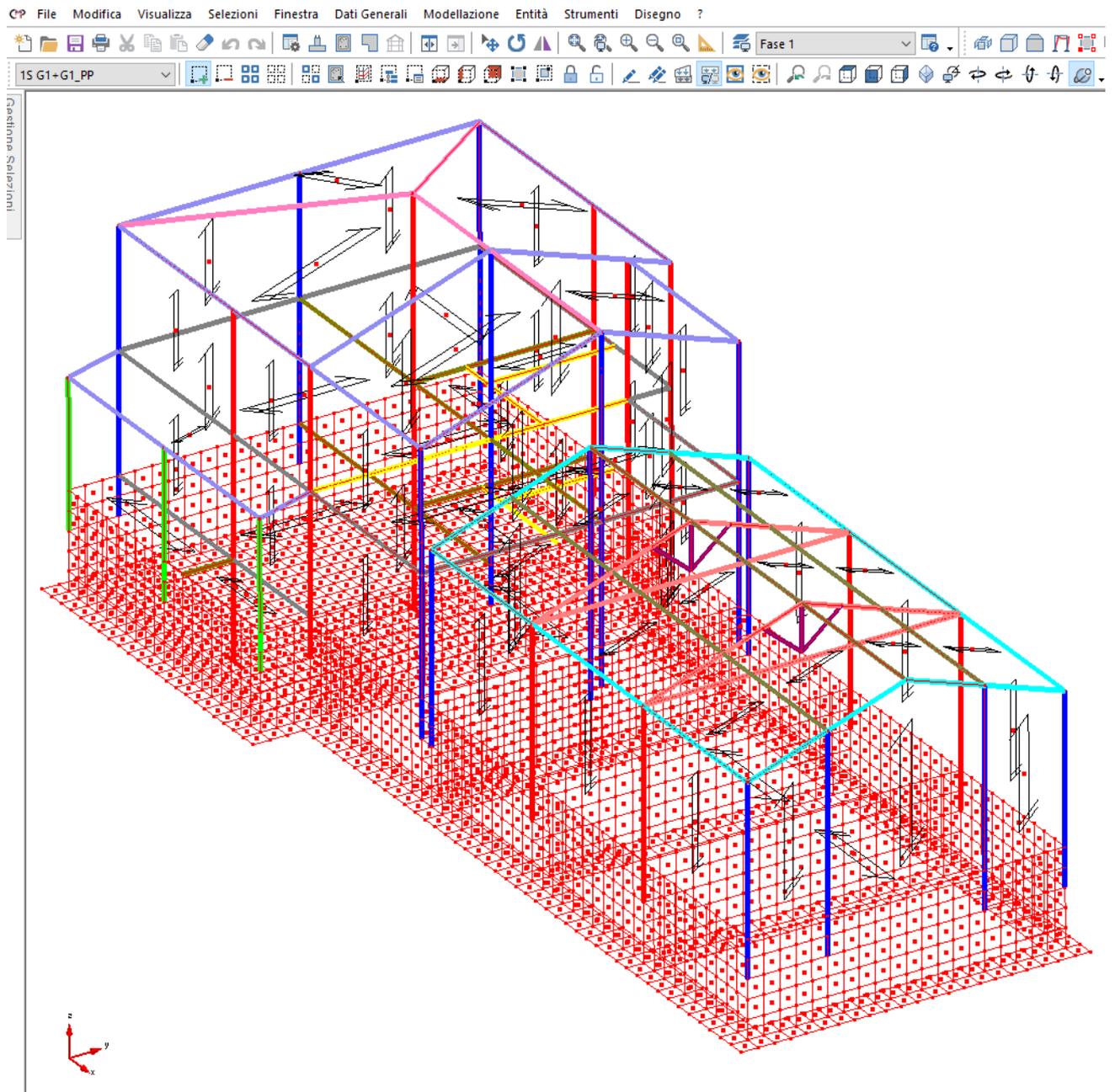


Figura 10 - Modello di calcolo 1 – Vista assometrica 3D WIREFRAME.

## 2.5.4 Modellazione dei vincoli interni ed esterni

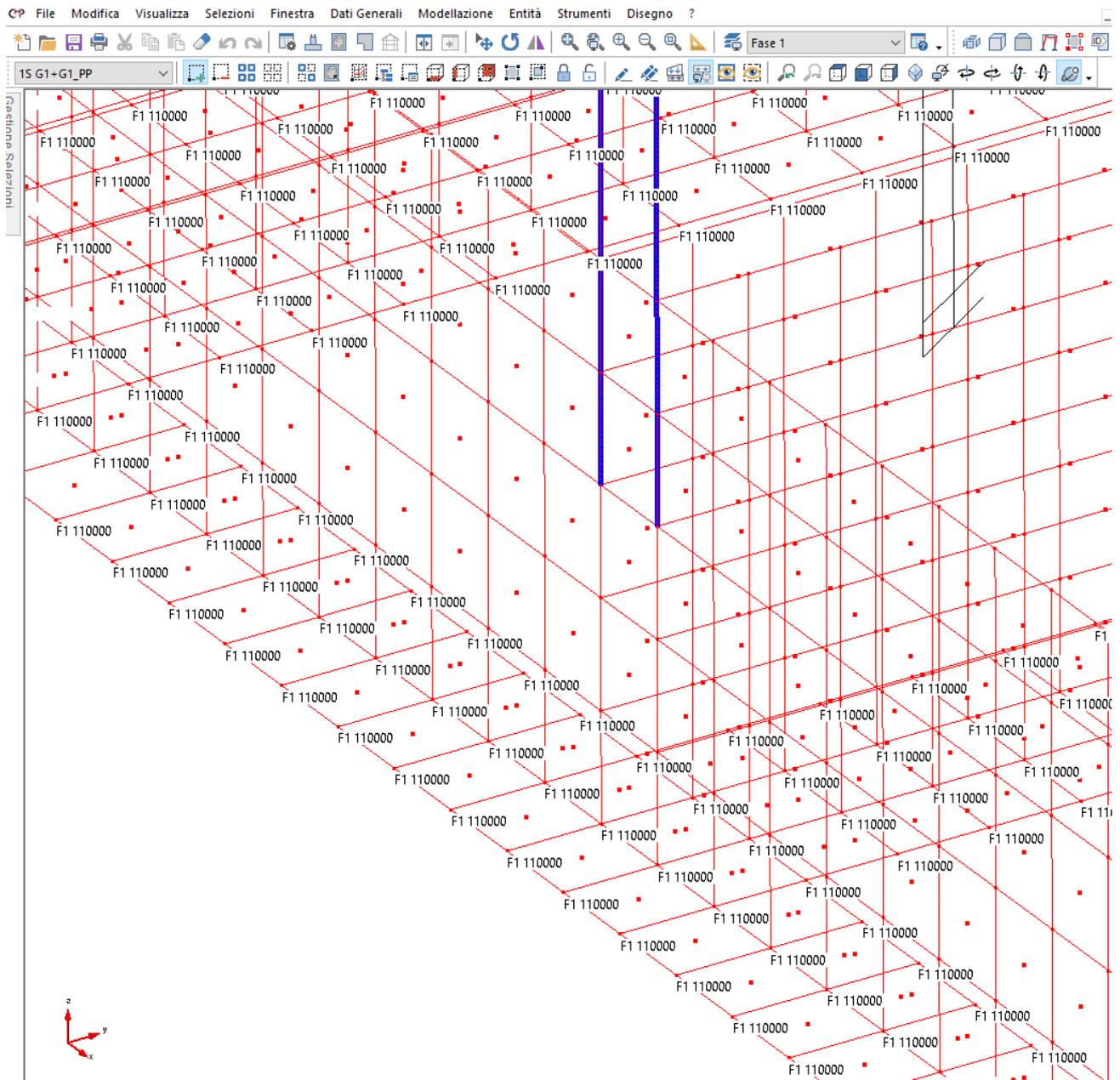


Figura 11 – Modello 1 - Vincoli esterni della struttura – Terreno su suolo alla Winkler (dettaglio).

## 2.5.5 Modellazione delle azioni

Condizioni di carico elementari statiche - Moltiplicatori gravitazionali

n°	Descrizione	x	y	z	Tipo	grp	$\Psi_0$	$\Psi_1$	$\Psi_2$	$\Psi_{25}$	$\Phi$	
1S	G1+G1_PP	0	0	-1	Permanente		1	1	1	1	1	
2S	G2	0	0	0	Perm.Non Strutt		1	1	1	1	1	
3S	G2_TAMP	0	0	0	Perm.Non Strutt		1	1	1	1	1	
4S	Q_ACC_Cat. C	0	0	0	Uff.pubbl.Scuole,N...	1	0.7	0.7	0.6	0.6	1	
5S	Q_Neve	0	0	0	Tetti e coperture co...	2	0.5	0.2	0	0	1	
6S	Terreno	0	0	0	Generico	4	1	1	1	1	0	

Figura 12 - Tabella Condizioni di carico elementari.

### 2.5.5.1 Condizione di carico G1+G1 PP

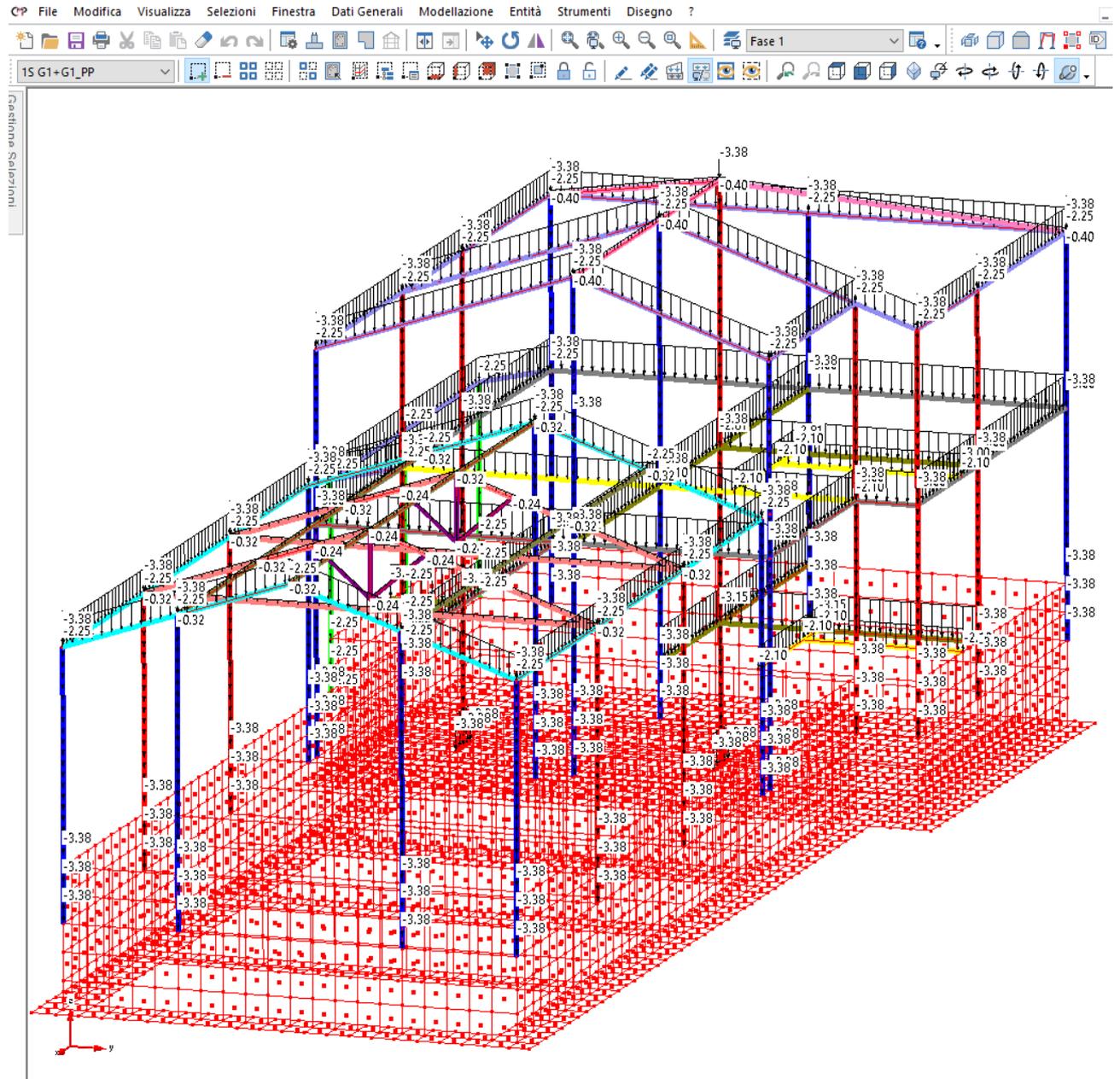


Figura 13 - Carichi distribuiti per unità di lunghezza [kN/m] – G1\_PP (Peso Proprio strutture in elevazione).

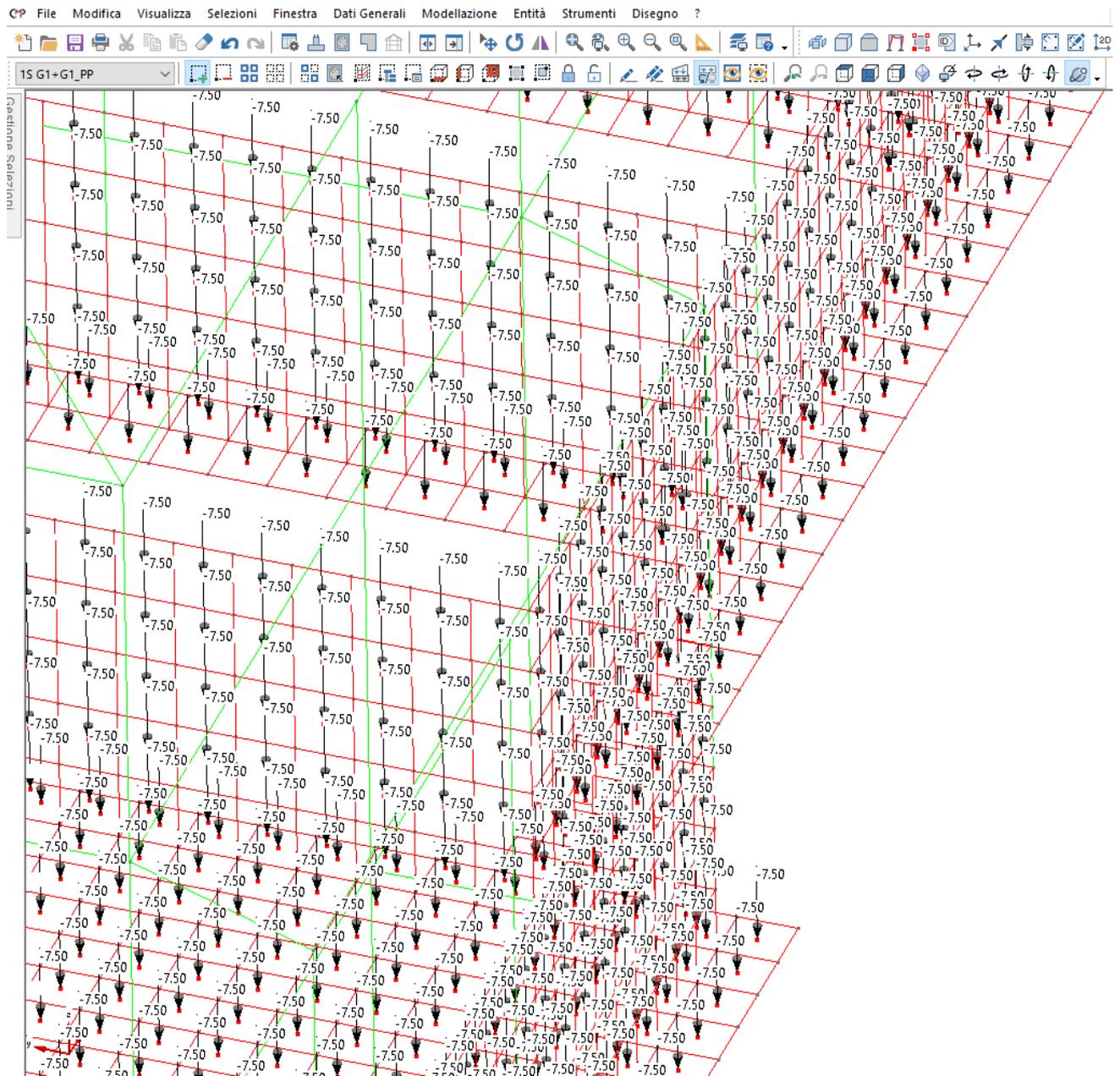


Figura 14 - Carichi distribuiti per unità di lunghezza [kN/mq] – G1\_PP (Peso Proprio fondazione \_ dettaglio)

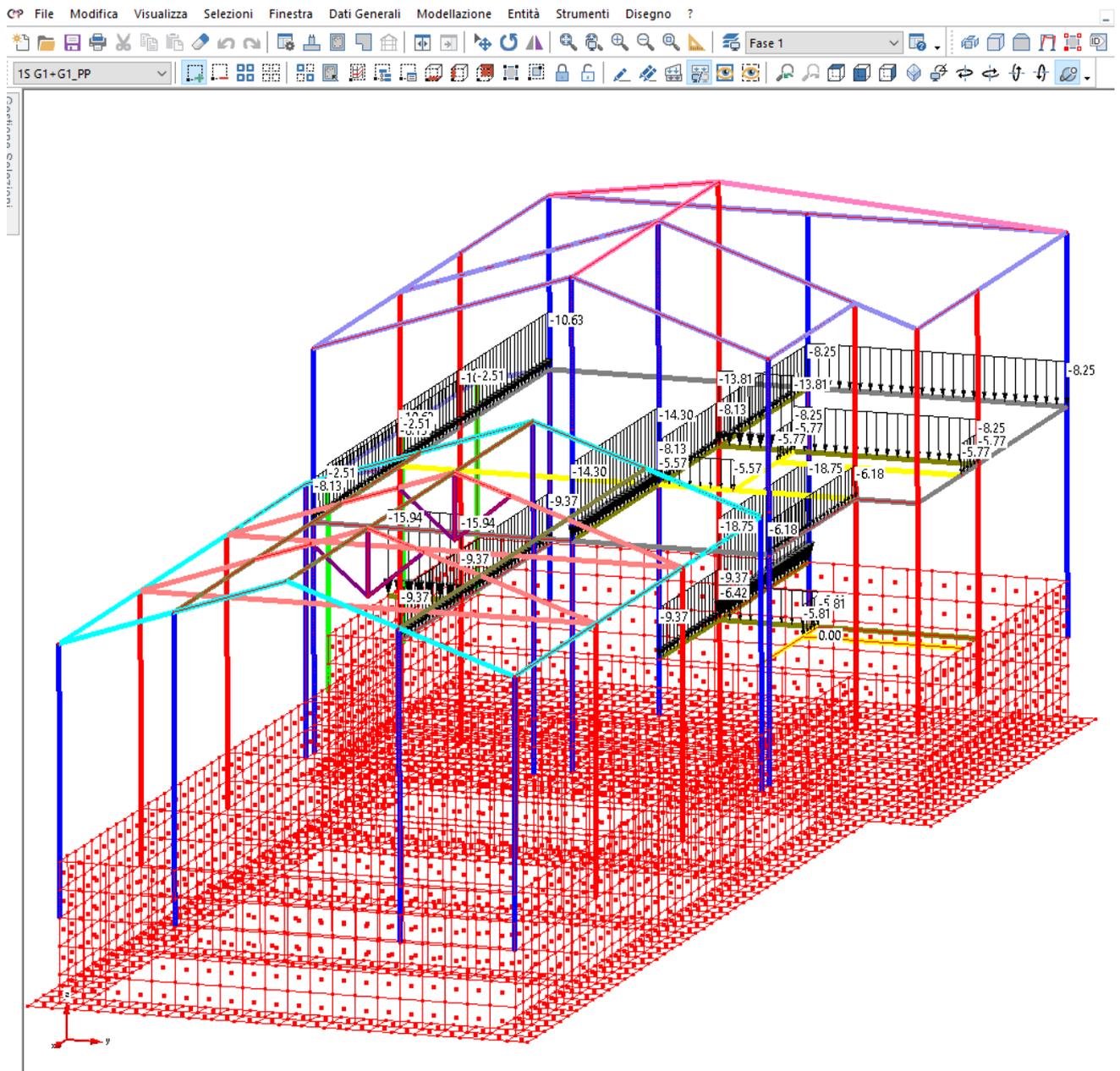


Figura 15 - Carichi distribuiti per unità di lunghezza [kN/m] –G1 (Carichi da solai).

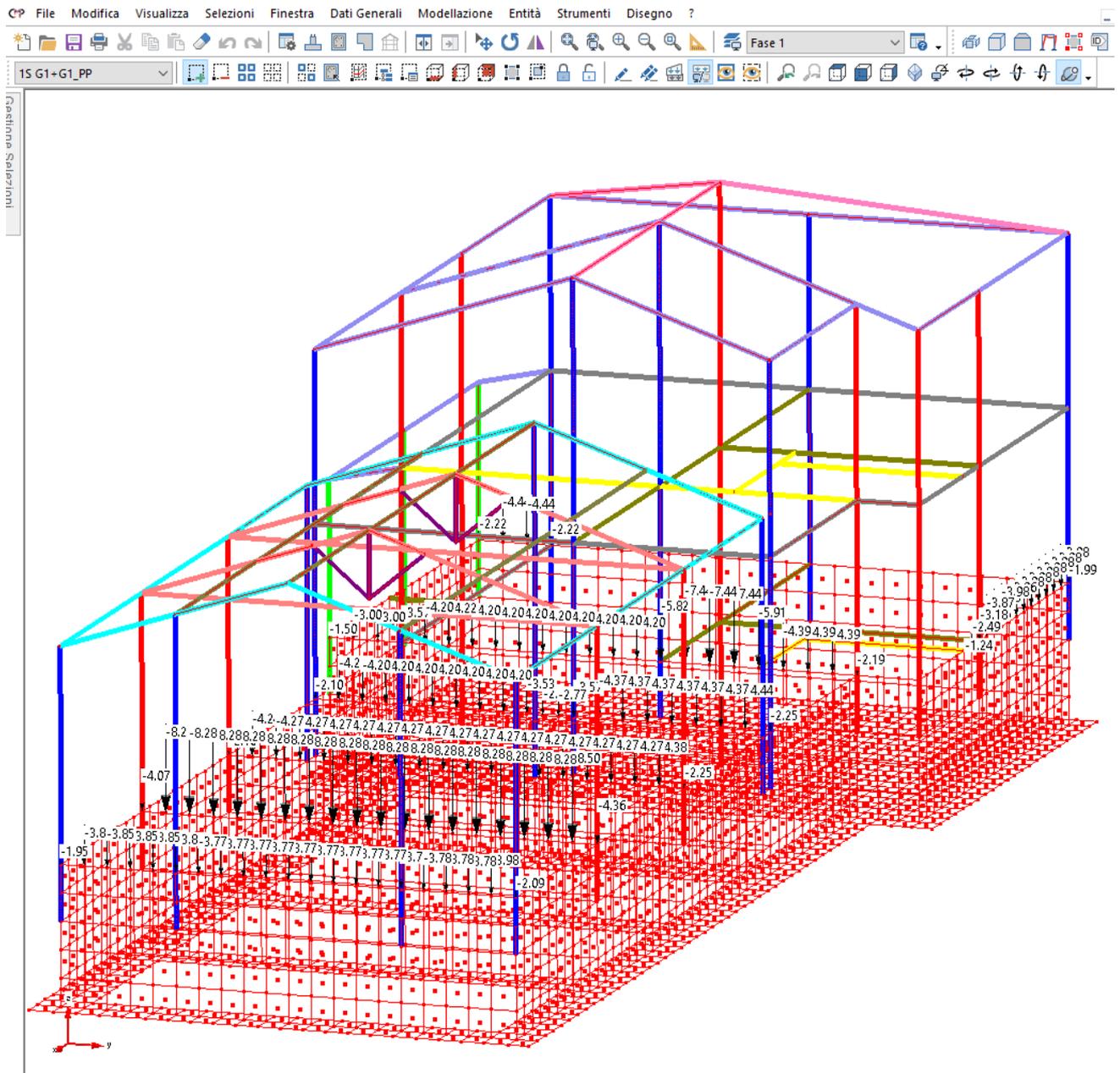


Figura 16 - Carichi Concentrati [kN] –G1 (Carichi da solai).

### 2.5.5.2 Condizione di carico G2

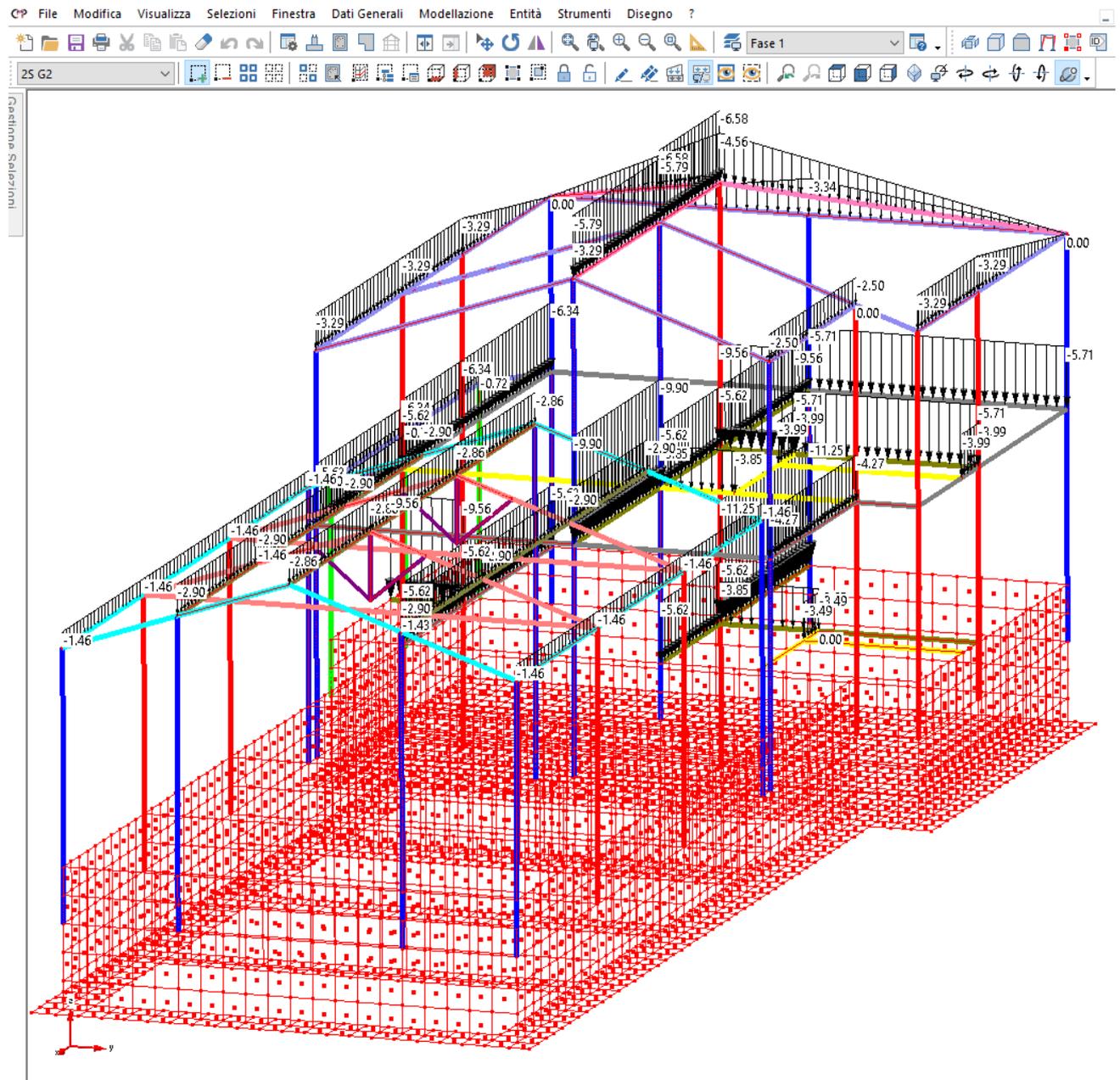


Figura 17 - Carichi distribuiti per unità di lunghezza [kN/m] -G2 (Carichi da solai).



### 2.5.5.3 Condizione di carico G2 TAMP

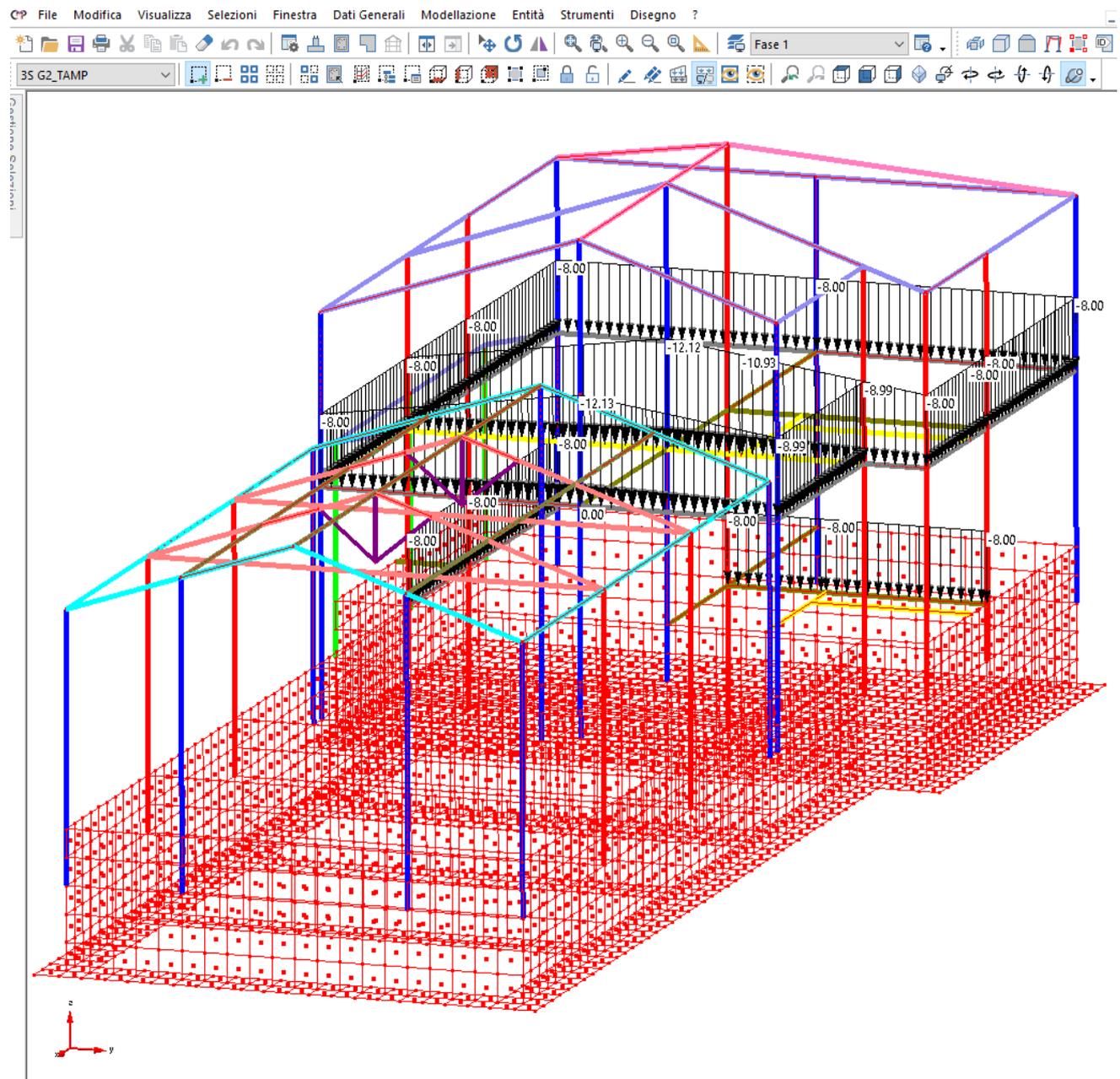
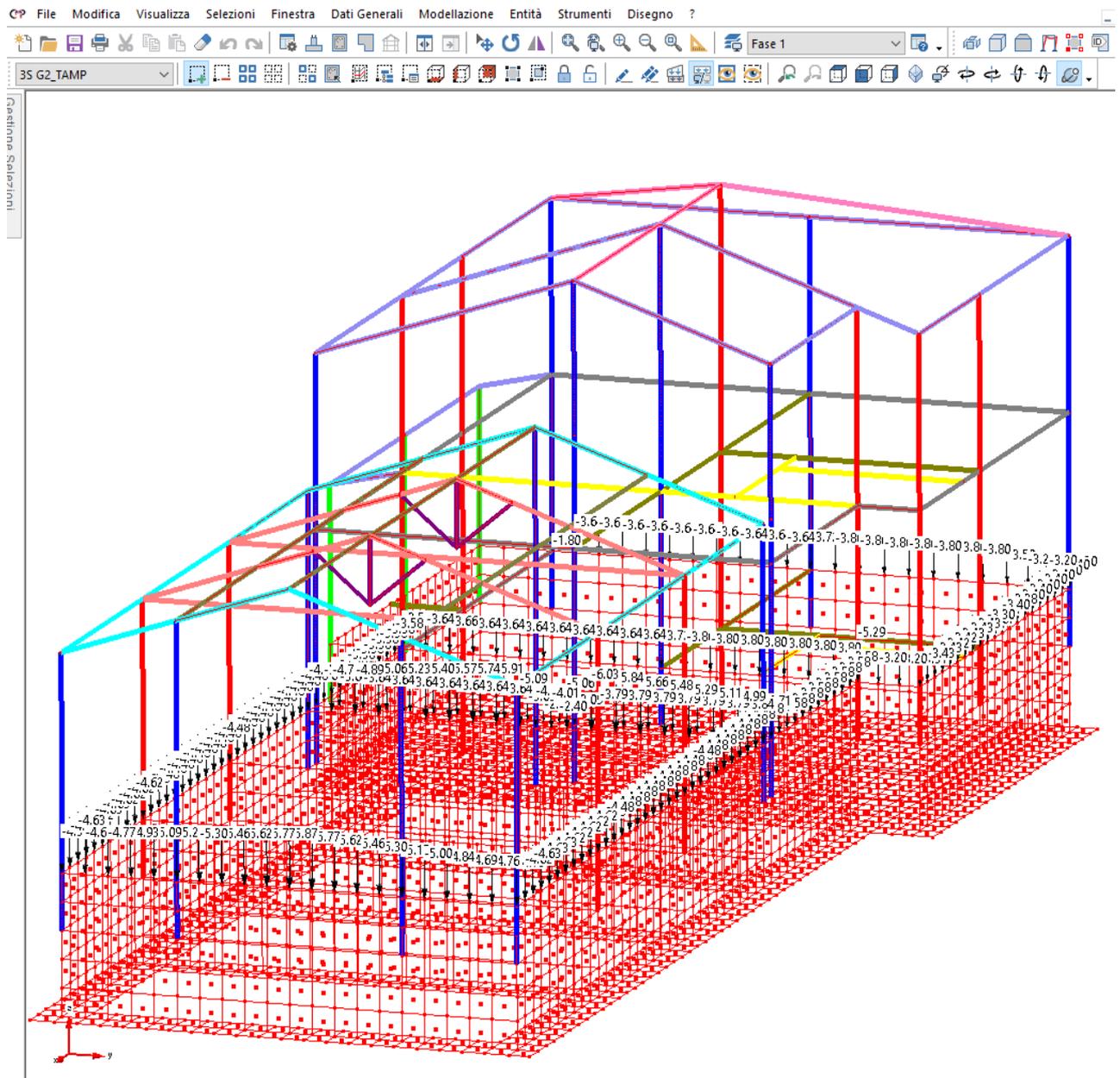


Figura 19 – Carichi verticali distribuiti per unità di lunghezza [kN/m] – G2\_TAMP



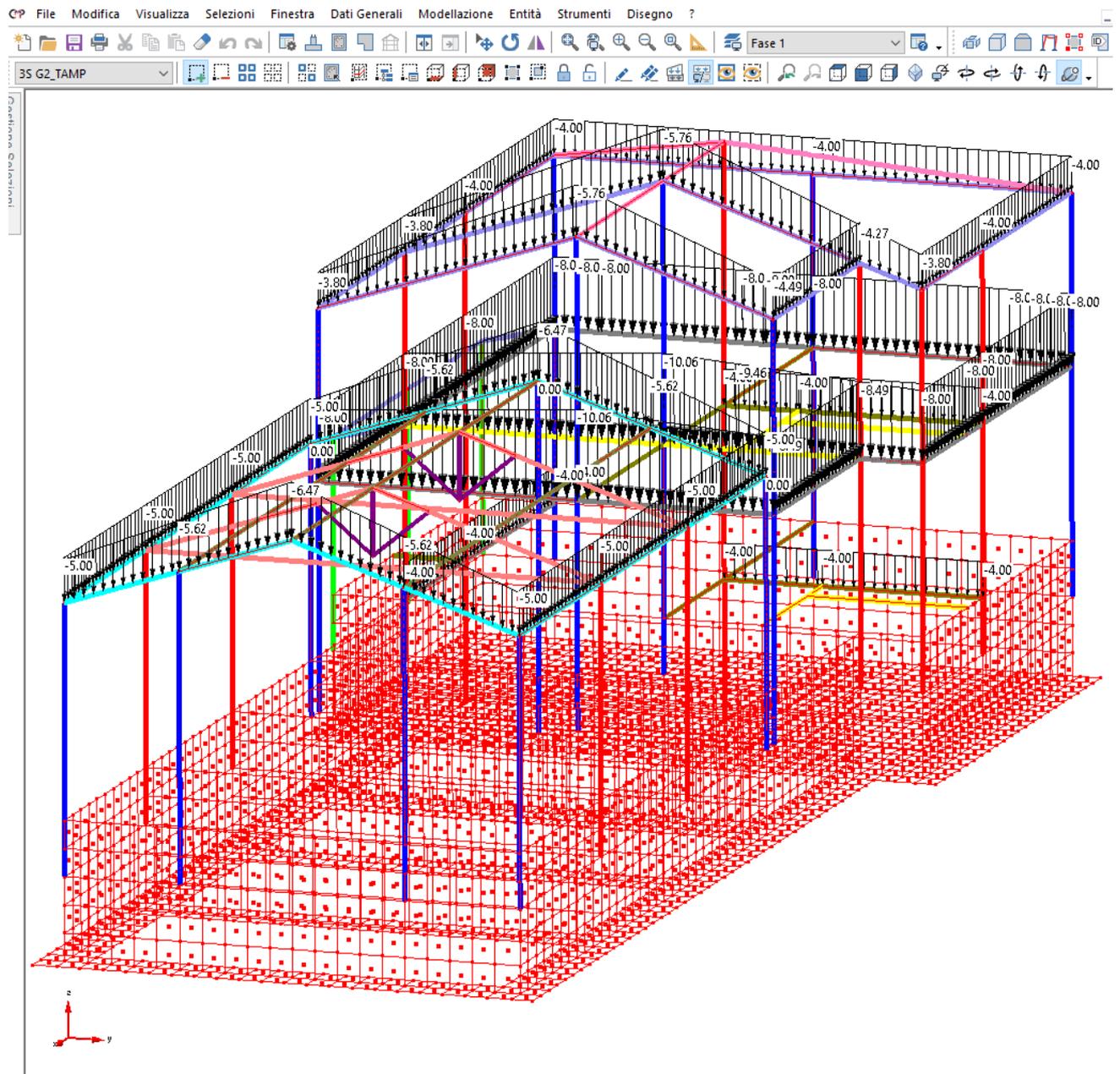


Figura 21 – Massa sismica distribuita per unità di lunghezza [kN/m] – G2\_TAMP.

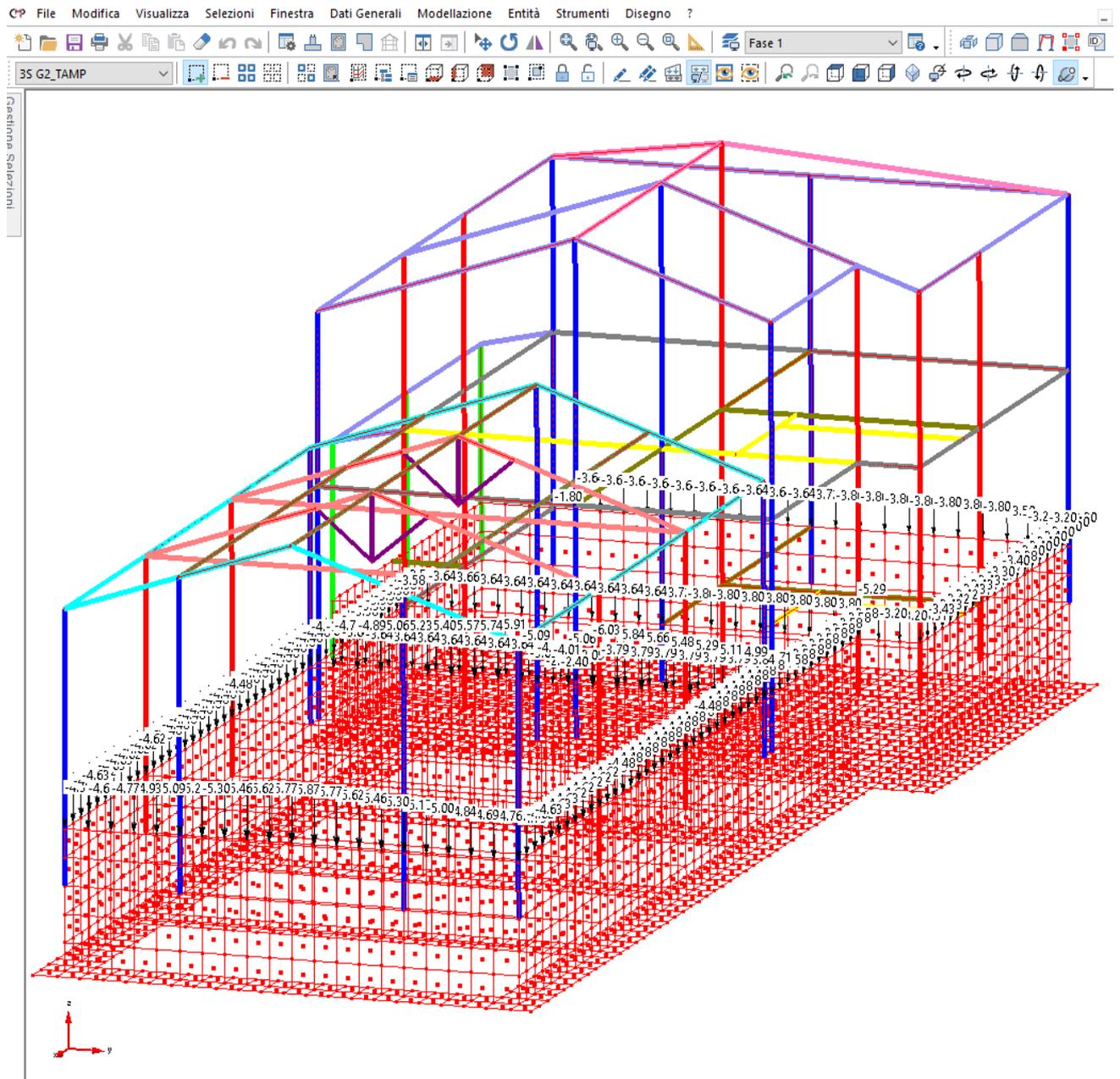


Figura 22 – Massa sismica Carichi Concentrati [kN/m] – G2\_TAMP.

### 2.5.5.4 Condizione di carico Q\_ACC Cat. C

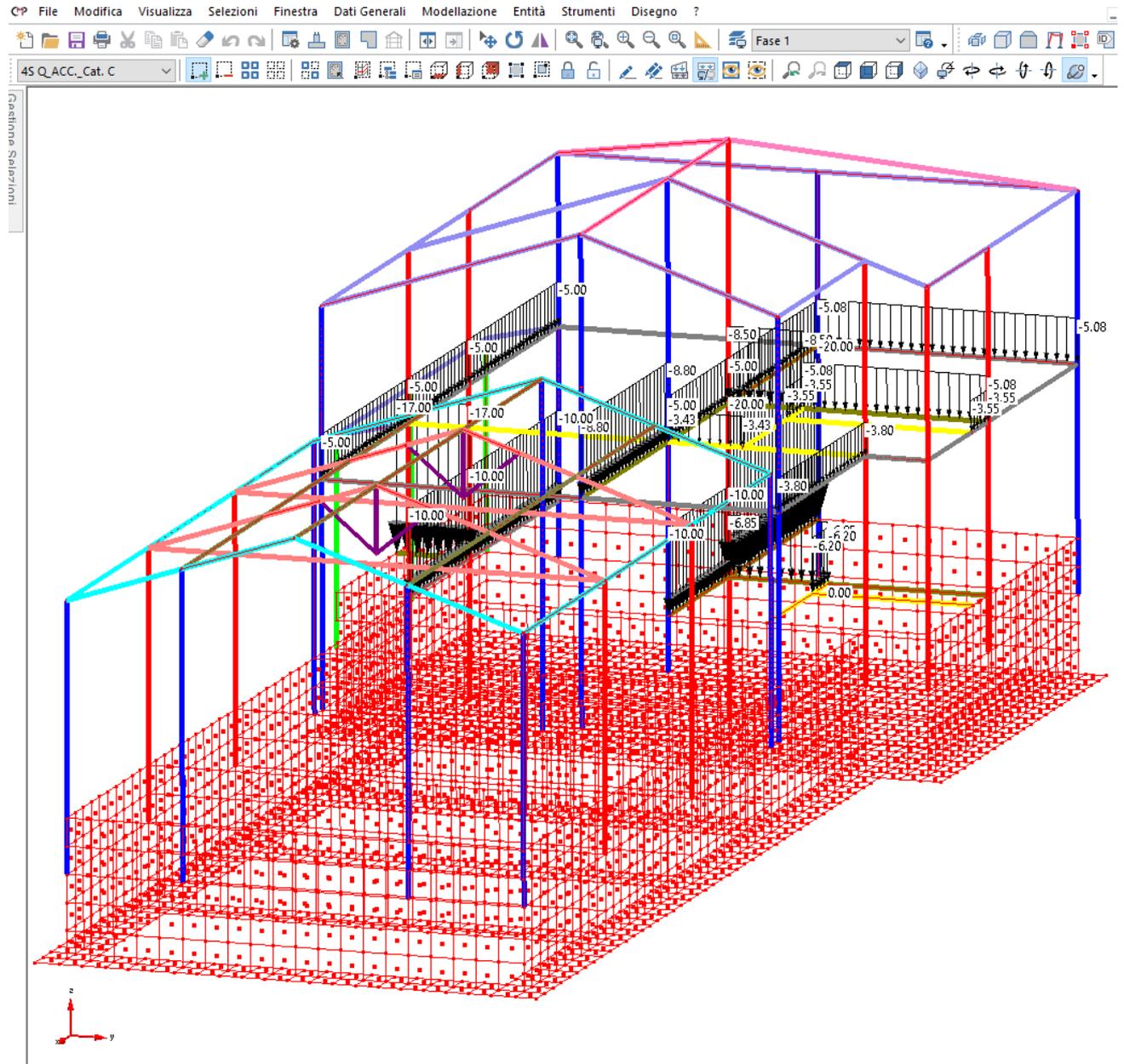


Figura 23 - Carichi distribuiti per unità di lunghezza [kN/m] -Q\_ACC\_Cat. C.

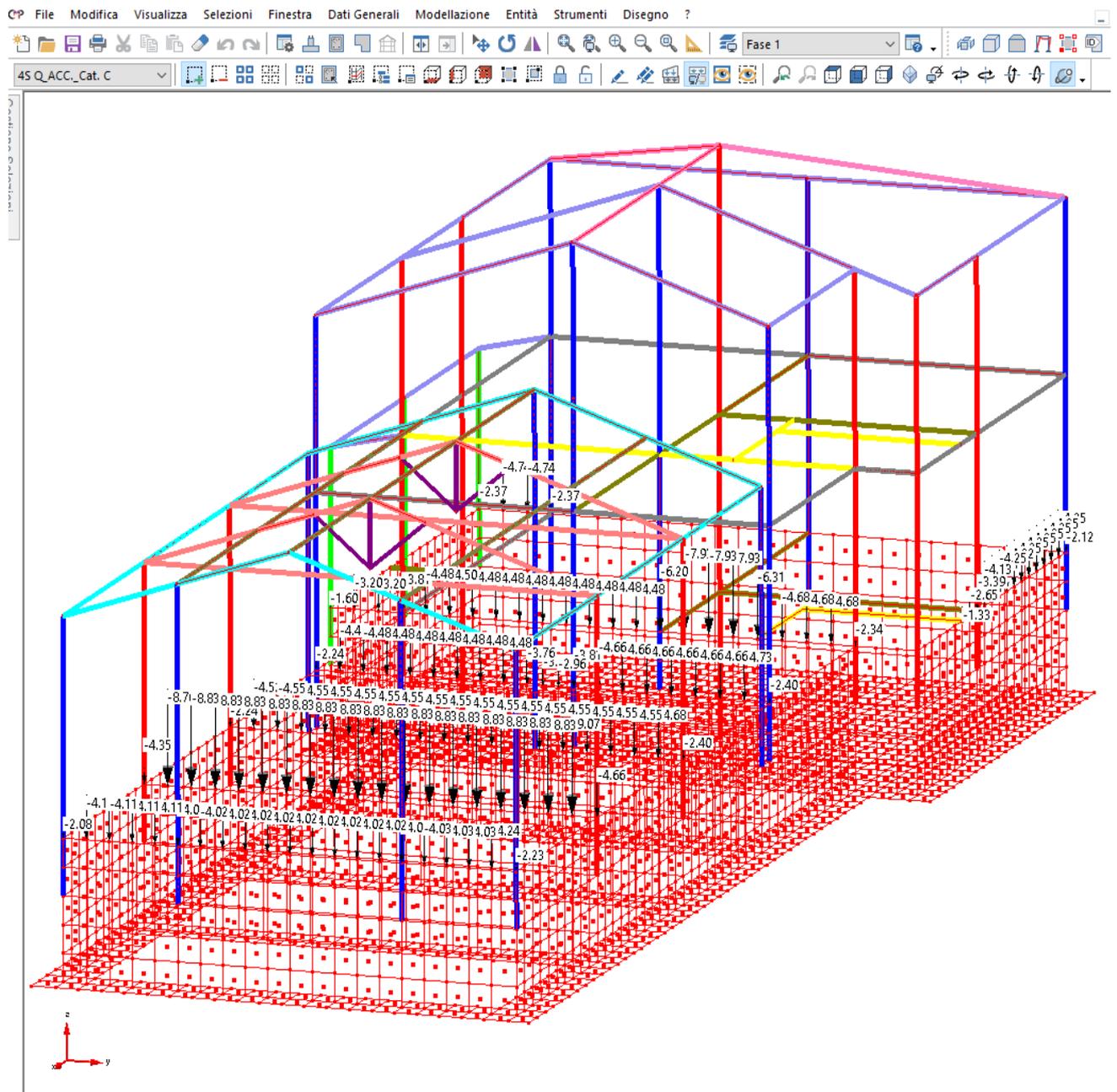


Figura 24 – Massa sismica Carichi Concentrati [kN/m] – Q\_ACC\_Cat. C.



## 2.5.6 Modellazione delle masse

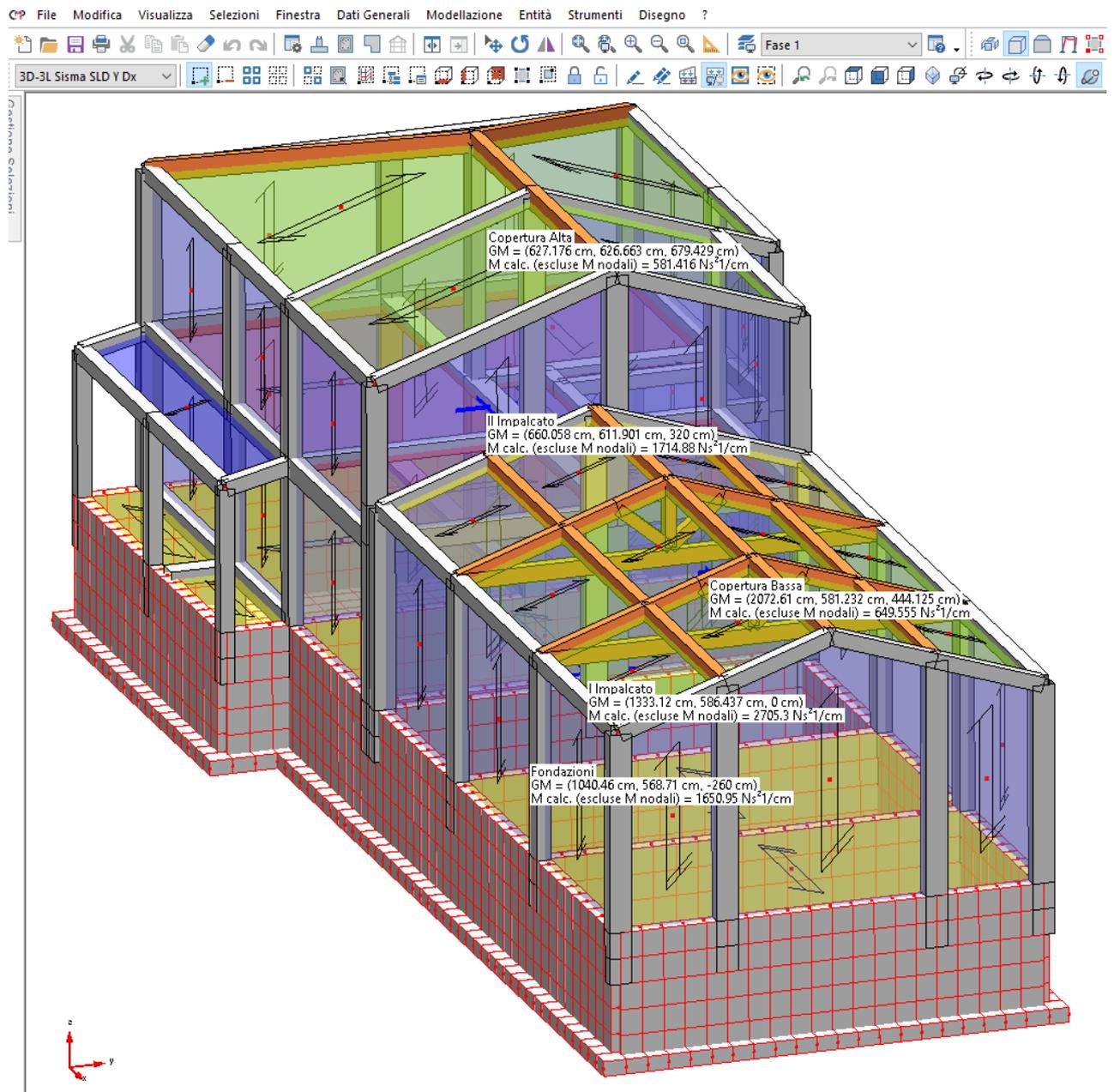


Figura 26 - Risultanti masse di piano degli impalcati.

## 2.6 Combinazioni e/o percorsi di carico

### 2.6.1 Stati limite ultimi

#### 2.6.1.1 Inviluppo “~SL18 GEO”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 GEO_1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 GEO_2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 GEO_3	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 SLU Sism. Orizz._1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 SLU Sism. Orizz._2	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo “~SL18 GEO”

Descrizione inviluppo “~SL18 GEO\_1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	G2	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	Q_ACC._Cat. C	Variabile		0	1.5
CdC elem. 5St	Q_Neve	Variabile		0	0.75
CdC elem. 6St	Terreno	Variabile		0	1.5

Descrizione inviluppo “~SL18 GEO\_2”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	G2	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	Q_ACC._Cat. C	Variabile		0	1.05
CdC elem. 5St	Q_Neve	Variabile		0	1.5
CdC elem. 6St	Terreno	Variabile		0	1.5

Descrizione inviluppo “~SL18 GEO\_3”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	G2	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	Q_ACC._Cat. C	Variabile		0	1.05
CdC elem. 5St	Q_Neve	Variabile		0	0.75
CdC elem. 6St	Terreno	Variabile		0	1.5

Descrizione inviluppo “~SL18 SLU Sism. Orizz.\_1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	G2	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		0.8	1
CdC elem. 4St	Q_ACC._Cat. C	Variabile		0.6	0.6
CdC elem. 5St	Q_Neve	Variabile		0	0
CdC elem. 6St	Terreno	Variabile		1	1
CdC elem. 5Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 6Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	1	-1	1

CdC elem. 7Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3
CdC elem. 8Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3

Descrizione inviluppo “~SL18 SLU Sism. Orizz.\_2”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	G2	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		0.8	1
CdC elem. 4St	Q_ACC._Cat. C	Variabile		0.6	0.6
CdC elem. 5St	Q_Neve	Variabile		0	0
CdC elem. 6St	Terreno	Variabile		1	1
CdC elem. 5Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 6Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 7Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	2	-1	1
CdC elem. 8Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	2	-1	1

### 2.6.1.2 Inviluppo “~SL18 STR SLV”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 STR SLV_1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 STR SLV_2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 STR SLV_3	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 SLU Sism. Orizz._1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 SLU Sism. Orizz._2	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo “~SL18 STR SLV”

Descrizione inviluppo “~SL18 STR SLV\_1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	G2	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	Q_ACC._Cat. C	Variabile		0	1.5
CdC elem. 5St	Q_Neve	Variabile		0	0.75
CdC elem. 6St	Terreno	Variabile		0	1.5

Descrizione inviluppo “~SL18 STR SLV\_2”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	G2	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	Q_ACC._Cat. C	Variabile		0	1.05
CdC elem. 5St	Q_Neve	Variabile		0	1.5
CdC elem. 6St	Terreno	Variabile		0	1.5

Descrizione inviluppo “~SL18 STR SLV\_3”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	G2	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	Q_ACC._Cat. C	Variabile		0	1.05
CdC elem. 5St	Q_Neve	Variabile		0	0.75
CdC elem. 6St	Terreno	Variabile		0	1.5

Descrizione involucro “~SL18 SLU Sism. Orizz. \_1”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	G2	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		0.8	1
CdC elem. 4St	Q_ACC._Cat. C	Variabile		0.6	0.6
CdC elem. 5St	Q_Neve	Variabile		0	0
CdC elem. 6St	Terreno	Variabile		1	1
CdC elem. 5Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 6Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 7Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3
CdC elem. 8Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3

Descrizione involucro “~SL18 SLU Sism. Orizz. \_2”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	G2	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		0.8	1
CdC elem. 4St	Q_ACC._Cat. C	Variabile		0.6	0.6
CdC elem. 5St	Q_Neve	Variabile		0	0
CdC elem. 6St	Terreno	Variabile		1	1
CdC elem. 5Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 6Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 7Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	2	-1	1
CdC elem. 8Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	2	-1	1

### 2.6.1.3 Involuppo “~SL18 DEFAULT\_SL18 - AZIONI DI BREVE DURATA STR SLV”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di involucro automatiche

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Involuppo	~SL18 Default_SL18 - Azioni di Breve Durata STR SLV_1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involuppo	~SL18 Default_SL18 - Azioni di Breve Durata STR SLV_2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involuppo	~SL18 Default_SL18 - Azioni di Breve Durata STR SLV_3	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli involucri contenuti nell'involuppo “~SL18 Default\_SL18 - Azioni di Breve Durata STR SLV”

Descrizione involucro “~SL18 Default\_SL18 - Azioni di Breve Durata STR SLV\_1”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	G2	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	Q_ACC._Cat. C	Variabile		0	1.5
CdC elem. 5St	Q_Neve	Variabile		0	0.75
CdC elem. 6St	Terreno	Variabile		0	1.5

Descrizione involucro “~SL18 Default\_SL18 - Azioni di Breve Durata STR SLV\_2”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	G2	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	Q_ACC._Cat. C	Variabile		0	1.05

CdC elem. 5St	Q_Neve	Variabile		0	1.5
CdC elem. 6St	Terreno	Variabile		0	1.5

Descrizione involuppo “~SL18 Default\_SL18 - Azioni di Breve Durata STR SLV\_3”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	G2	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	Q_ACC._Cat. C	Variabile		0	1.05
CdC elem. 5St	Q_Neve	Variabile		0	0.75
CdC elem. 6St	Terreno	Variabile		0	1.5

### 2.6.1.4 Involuppo “~SL18 Default\_SL18 - Azioni di Lunga Durata STR SLV”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di involuppo automatiche

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Involuppo	~SL18 Default_SL18 - Azioni di Lunga Durata STR SLV_1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involuppo	~SL18 Default_SL18 - Azioni di Lunga Durata STR SLV_2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involuppo	~SL18 Default_SL18 - Azioni di Lunga Durata STR SLV_3	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli involuppi contenuti nell’involuppo “~SL18 Default\_SL18 - Azioni di Lunga Durata STR SLV”

Descrizione involuppo “~SL18 Default\_SL18 - Azioni di Lunga Durata STR SLV\_1”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	G2	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 6St	Terreno	Variabile		0	1.5

Descrizione involuppo “~SL18 Default\_SL18 - Azioni di Lunga Durata STR SLV\_2”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	G2	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 6St	Terreno	Variabile		0	1.5

Descrizione involuppo “~SL18 Default\_SL18 - Azioni di Lunga Durata STR SLV\_3”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	G2	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 6St	Terreno	Variabile		0	1.5

### 2.6.1.5 Involuppo “~SL18 DEFAULT\_SL18 - AZIONI DI MEDIA DURATA STR SLV”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di involuppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 Default_SL18 - Azioni di Media Durata STR SLV_1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 Default_SL18 - Azioni di Media Durata STR SLV_2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 Default_SL18 - Azioni di Media Durata STR SLV_3	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo “~SL18 Default\_SL18 - Azioni di Media Durata STR SLV”

Descrizione inviluppo “~SL18 Default\_SL18 - Azioni di Media Durata STR SLV\_1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	G2	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	Q_ACC._Cat. C	Variabile		0	1.5
CdC elem. 6St	Terreno	Variabile		0	1.5

Descrizione inviluppo “~SL18 Default\_SL18 - Azioni di Media Durata STR SLV\_2”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	G2	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	Q_ACC._Cat. C	Variabile		0	1.05
CdC elem. 6St	Terreno	Variabile		0	1.5

Descrizione inviluppo “~SL18 Default\_SL18 - Azioni di Media Durata STR SLV\_3”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	G2	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	Q_ACC._Cat. C	Variabile		0	1.05
CdC elem. 6St	Terreno	Variabile		0	1.5

### 2.6.1.6 Inviluppo “~SL18 DEFAULT\_SL18 - AZIONI DI MEDIA DURATA STR SLV”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 Default_SL18 - Azioni Istantanee STR SLV_1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 Default_SL18 - Azioni Istantanee STR SLV_2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 Default_SL18 - Azioni Istantanee STR SLV_3	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 Default_SL18 - Azioni Istantanee SLU Sism. Orizz._1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 Default_SL18 - Azioni Istantanee SLU Sism. Orizz._2	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo “~SL18 Default\_SL18 - Azioni Istantanee STR SLV”

Descrizione inviluppo “~SL18 Default\_SL18 - Azioni Istantanee STR SLV\_1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
-------------------	----------------------	-----------	--------	----------	----------

CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	G2	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	Q_ACC._Cat. C	Variabile		0	1.5
CdC elem. 5St	Q_Neve	Variabile		0	0.75
CdC elem. 6St	Terreno	Variabile		0	1.5

Descrizione involucro “~SL18 Default\_SL18 - Azioni Istantanee STR SLV\_2”:

n°CdC o Involucro	Nome CdC o Involucro	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	G2	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	Q_ACC._Cat. C	Variabile		0	1.05
CdC elem. 5St	Q_Neve	Variabile		0	1.5
CdC elem. 6St	Terreno	Variabile		0	1.5

Descrizione involucro “~SL18 Default\_SL18 - Azioni Istantanee STR SLV\_3”:

n°CdC o Involucro	Nome CdC o Involucro	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	G2	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 4St	Q_ACC._Cat. C	Variabile		0	1.05
CdC elem. 5St	Q_Neve	Variabile		0	0.75
CdC elem. 6St	Terreno	Variabile		0	1.5

Descrizione involucro “~SL18 Default\_SL18 - Azioni Istantanee SLU Sism. Orizz.\_1”:

n°CdC o Involucro	Nome CdC o Involucro	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	G2	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		0.8	1
CdC elem. 4St	Q_ACC._Cat. C	Variabile		0.6	0.6
CdC elem. 5St	Q_Neve	Variabile		0	0
CdC elem. 6St	Terreno	Variabile		1	1
CdC elem. 5Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 6Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 7Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3
CdC elem. 8Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3

Descrizione involucro “~SL18 Default\_SL18 - Azioni Istantanee SLU Sism. Orizz.\_2”:

n°CdC o Involucro	Nome CdC o Involucro	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	G2	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		0.8	1
CdC elem. 4St	Q_ACC._Cat. C	Variabile		0.6	0.6
CdC elem. 5St	Q_Neve	Variabile		0	0
CdC elem. 6St	Terreno	Variabile		1	1
CdC elem. 5Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 6Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 7Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	2	-1	1
CdC elem. 8Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	2	-1	1

### 2.6.1.7 Inviluppo “~SL18 DEFAULT SL18 - AZIONI PERMANENTI STR SLV”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 Default_SL18 - Azioni Permanenti STR SLV_1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 Default_SL18 - Azioni Permanenti STR SLV_2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 Default_SL18 - Azioni Permanenti STR SLV_3	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo “~SL18 Default\_SL18 - Azioni Permanenti STR SLV”

Descrizione inviluppo “~SL18 Default\_SL18 - Azioni Permanenti STR SLV\_1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	G2	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		0.8	1.5

Descrizione inviluppo “~SL18 Default\_SL18 - Azioni Permanenti STR SLV\_2”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	G2	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		0.8	1.5

Descrizione inviluppo “~SL18 Default\_SL18 - Azioni Permanenti STR SLV\_3”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	G2	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		0.8	1.5

## 2.6.2 Stati limite d'esercizio

### 2.6.2.1 Inviluppo “~SL18 SLE caratt.”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 SLE caratt._1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 SLE caratt._2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 SLE caratt._3	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo “~SL18 SLE caratt.”

Descrizione inviluppo “~SL18 SLE caratt.\_1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	G2	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	Q_ACC_Cat. C	Variabile		1	1
CdC elem. 5St	Q_Neve	Variabile		0.5	0.5
CdC elem. 6St	Terreno	Variabile		1	1

Descrizione involuppo “~SL18 SLE caratt. 2”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	G2	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	Q_ACC._Cat. C	Variabile		0.7	0.7
CdC elem. 5St	Q_Neve	Variabile		1	1
CdC elem. 6St	Terreno	Variabile		1	1

Descrizione involuppo “~SL18 SLE caratt. 3”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	G2	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	Q_ACC._Cat. C	Variabile		0.7	0.7
CdC elem. 5St	Q_Neve	Variabile		0.5	0.5
CdC elem. 6St	Terreno	Variabile		1	1

## 2.6.2.2 Involuppo “~SL18 SLE freq.”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di involuppo automatiche

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Involuppo	~SL18 SLE freq. 1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involuppo	~SL18 SLE freq. 2	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involuppo	~SL18 SLE freq. 3	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli involuppi contenuti nell’involuppo “~SL18 SLE freq.”

Descrizione involuppo “~SL18 SLE freq. 1”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	G2	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	Q_ACC._Cat. C	Variabile		0.7	0.7
CdC elem. 5St	Q_Neve	Variabile		0	0
CdC elem. 6St	Terreno	Variabile		1	1

Descrizione involuppo “~SL18 SLE freq. 2”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	G2	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	Q_ACC._Cat. C	Variabile		0.6	0.6
CdC elem. 5St	Q_Neve	Variabile		0.2	0.2
CdC elem. 6St	Terreno	Variabile		1	1

Descrizione involuppo “~SL18 SLE freq. 3”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	G2	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	Q_ACC._Cat. C	Variabile		0.6	0.6
CdC elem. 5St	Q_Neve	Variabile		0	0
CdC elem. 6St	Terreno	Variabile		1	1

### 2.6.2.3 Inviluppo “~SL18 SLE q.perm.”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	G2	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		1	1
CdC elem. 4St	Q_ACC._Cat. C	Variabile		0.6	0.6
CdC elem. 5St	Q_Neve	Variabile		0	0
CdC elem. 6St	Terreno	Variabile		1	1

### 2.6.2.4 Inviluppo “~SL18 SLD”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Inviluppo	~SL18 SLD Sism. Orizz._1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Inviluppo	~SL18 SLD Sism. Orizz._2	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli inviluppi contenuti nell’inviluppo “~SL18 SLD Sism. Orizz.”

Descrizione inviluppo “~SL18 SLD Sism. Orizz.\_1”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	G2	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		0.8	1
CdC elem. 4St	Q_ACC._Cat. C	Variabile		0.6	0.6
CdC elem. 5St	Q_Neve	Variabile		0	0
CdC elem. 6St	Terreno	Variabile		1	1
CdC elem. 1Dy	Sisma SLD X Dx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 2Dy	Sisma SLD X Sx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 3Dy	Sisma SLD Y Dx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3
CdC elem. 4Dy	Sisma SLD Y Sx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3

Descrizione inviluppo “~SL18 SLD Sism. Orizz.\_2”:

n°CdC o Inviluppo	Nome CdC o Inviluppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	G2	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		0.8	1
CdC elem. 4St	Q_ACC._Cat. C	Variabile		0.6	0.6
CdC elem. 5St	Q_Neve	Variabile		0	0
CdC elem. 6St	Terreno	Variabile		1	1
CdC elem. 1Dy	Sisma SLD X Dx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 2Dy	Sisma SLD X Sx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 3Dy	Sisma SLD Y Dx	Var.non Contemp.	2	-1	1
CdC elem. 4Dy	Sisma SLD Y Sx	Var.non Contemp.	2	-1	1

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di involuppo automatiche

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Involuppo	~SL18 SLD Sism. Orizz._1	Perm.non Contemp.	1	1	1
Involuppo	~SL18 SLD Sism. Orizz._2	Perm.non Contemp.	1	1	1

Descrizione degli involuppi contenuti nell'involuppo "~SL18 SLD Sism. Orizz."

Descrizione involuppo "~SL18 SLD Sism. Orizz.\_1":

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	G2	Permanente		0	1
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		0	1
CdC elem. 4St	Q_CAT. A	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 5St	Q_NEVE	Variabile		0	0
CdC elem. 1Dy	Sisma SLD X Dx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 2Dy	Sisma SLD X Sx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 3Dy	Sisma SLD Y Dx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3
CdC elem. 4Dy	Sisma SLD Y Sx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3

Descrizione involuppo "~SL18 SLD Sism. Orizz.\_2":

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	G1+G1_PP	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	G2	Permanente		0	1
CdC elem. 3St	G2_TAMP	Permanente		0	1
CdC elem. 4St	Q_CAT. A	Variabile		0.3	0.3
CdC elem. 5St	Q_NEVE	Variabile		0	0
CdC elem. 1Dy	Sisma SLD X Dx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 2Dy	Sisma SLD X Sx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 3Dy	Sisma SLD Y Dx	Var.non Contemp.	2	-1	1
CdC elem. 4Dy	Sisma SLD Y Sx	Var.non Contemp.	2	-1	1

## 2.7 Principali risultati

### 2.7.1 Risultati dell'analisi modale

Nelle tabelle seguenti sono riportate le principali grandezze relative all'analisi dinamica modale; nelle tabelle di riepilogo i codici L1, L2 L3 e L4 si riferiscono ai lanci multipli dell'analisi modale dovuti all'eccentricità accidentale in direzione x e y, per i due versi + e -.

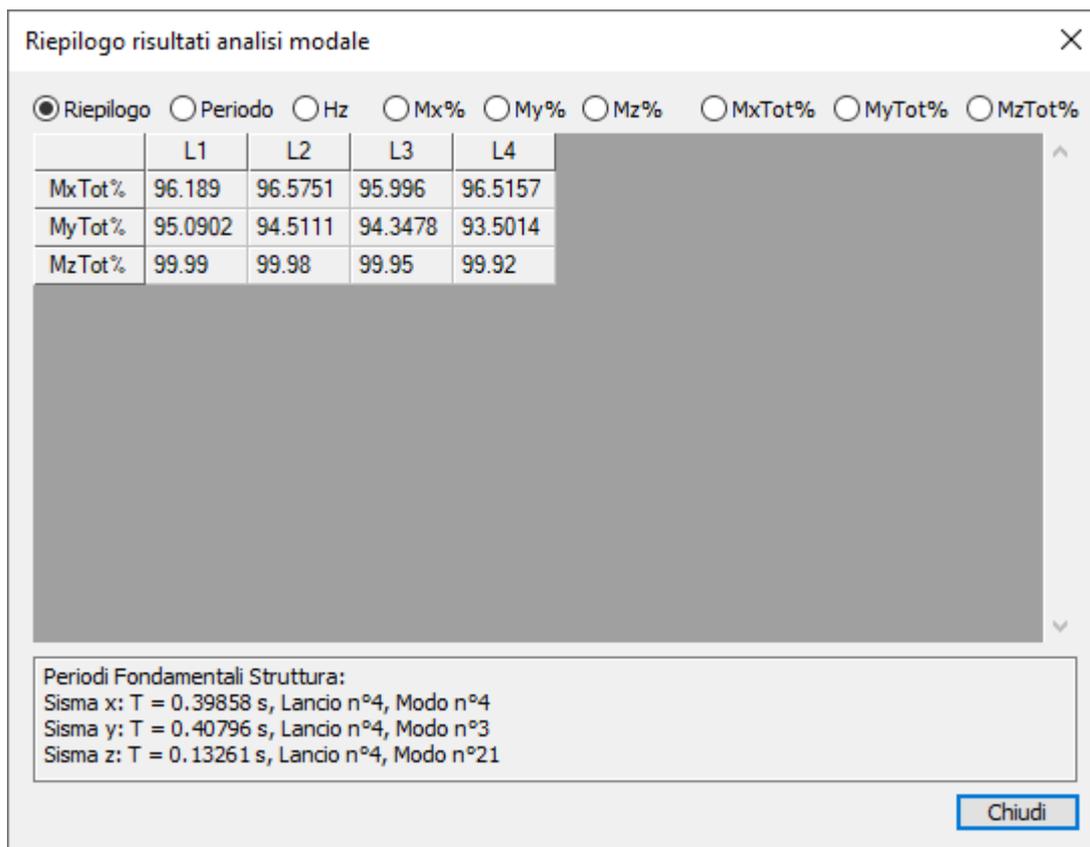


Figura 27 - Riepilogo masse partecipanti.

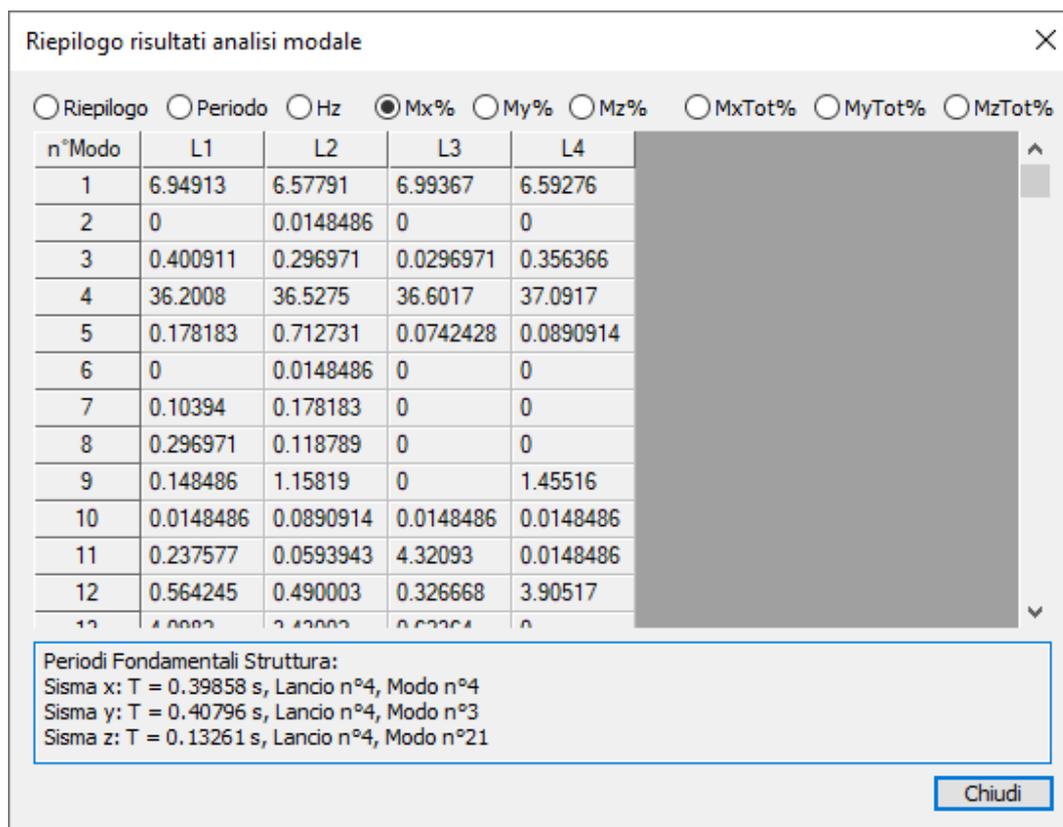


Figura 28 - Masse partecipanti x

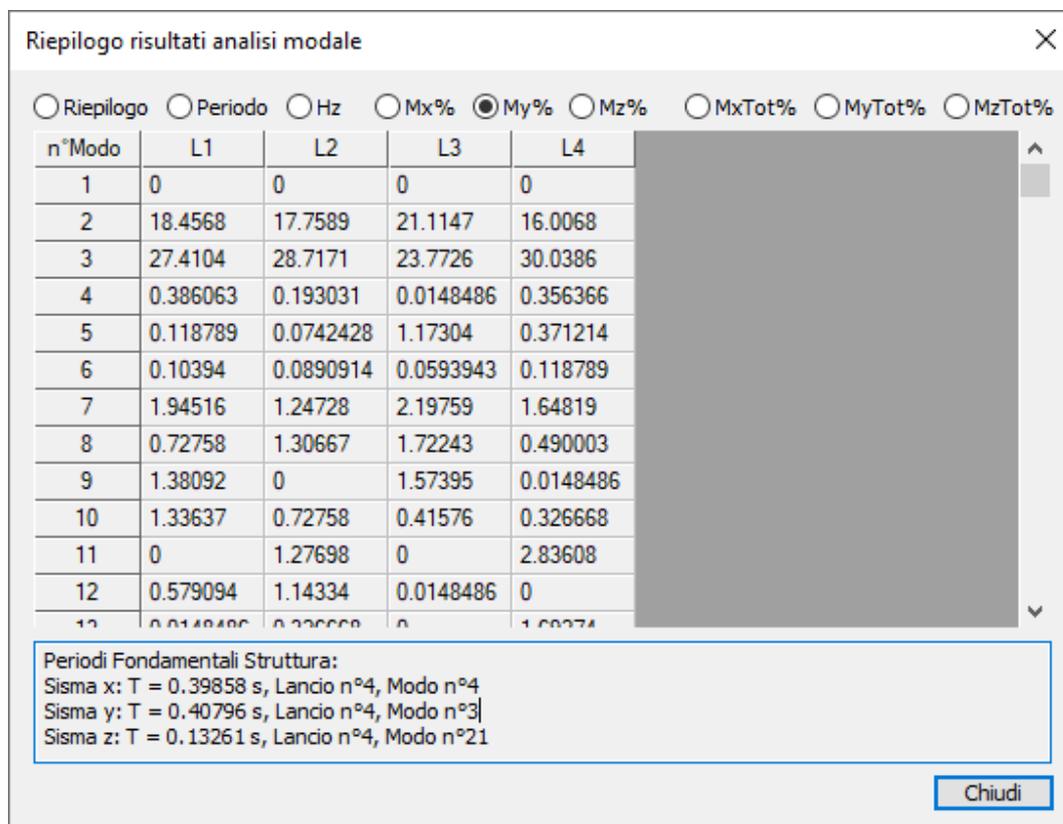


Figura 29 - Masse partecipanti y

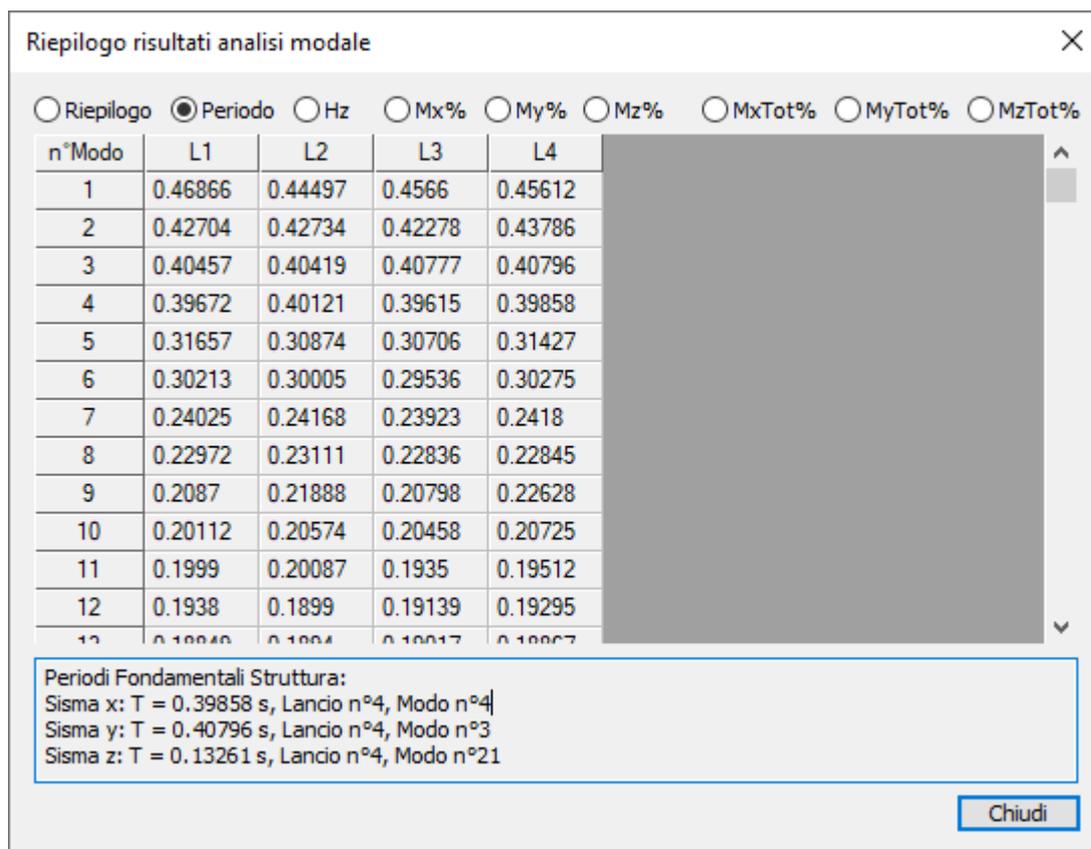


Figura 30 - Periodi propri.

### 2.7.1.1 Modo principale in X

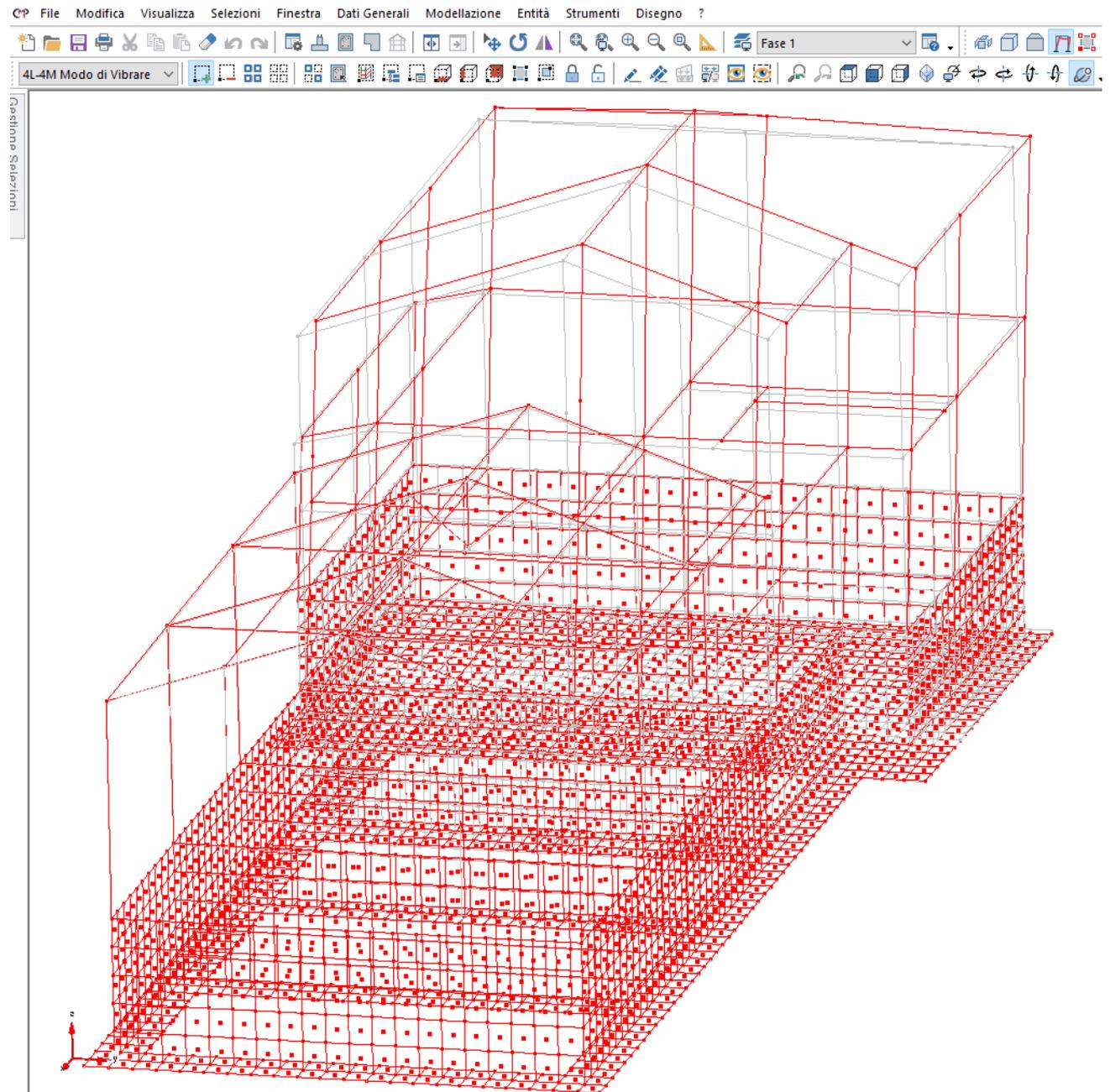


Figura 31 – Deformata modale.

### 2.7.1.2 Modo principale in Y

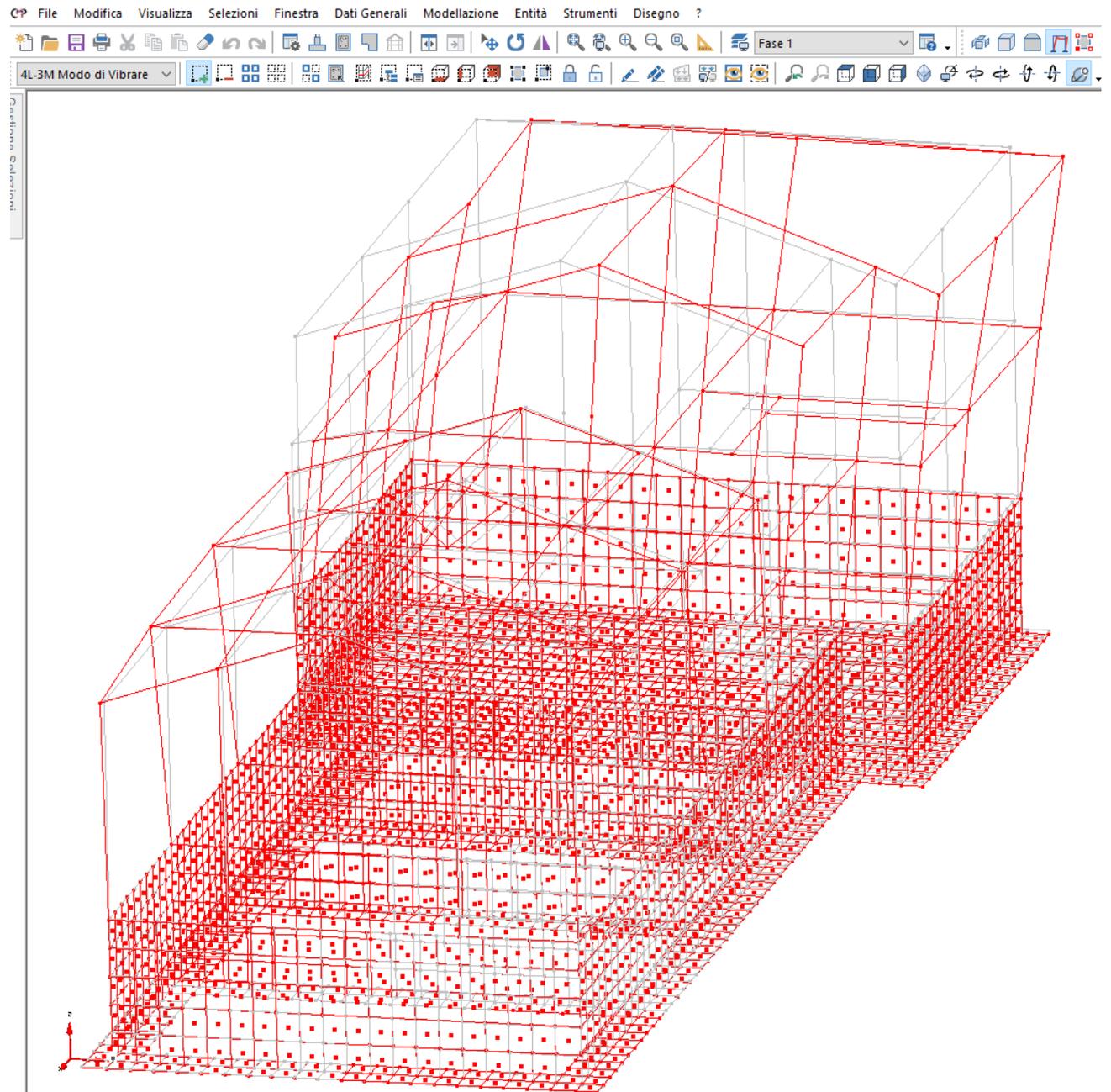


Figura 32 – Deformata modale.

## 2.7.2 Inviluppo delle sollecitazioni maggiormente significative.

### 2.7.2.1 Strutture in elevazione – Pilastri

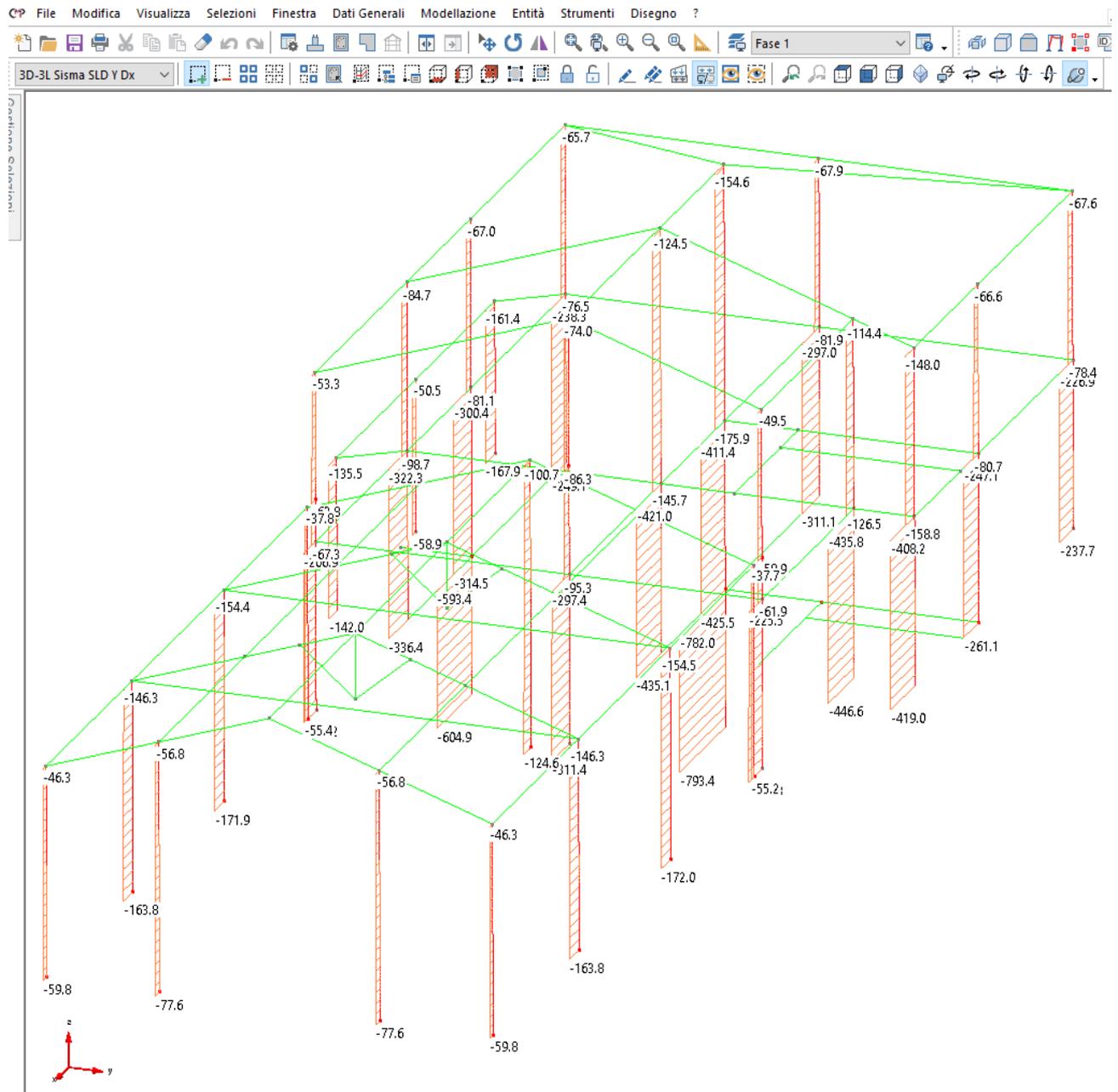


Figura 33 - Inviluppo SLU - Sforzo normale [kN]

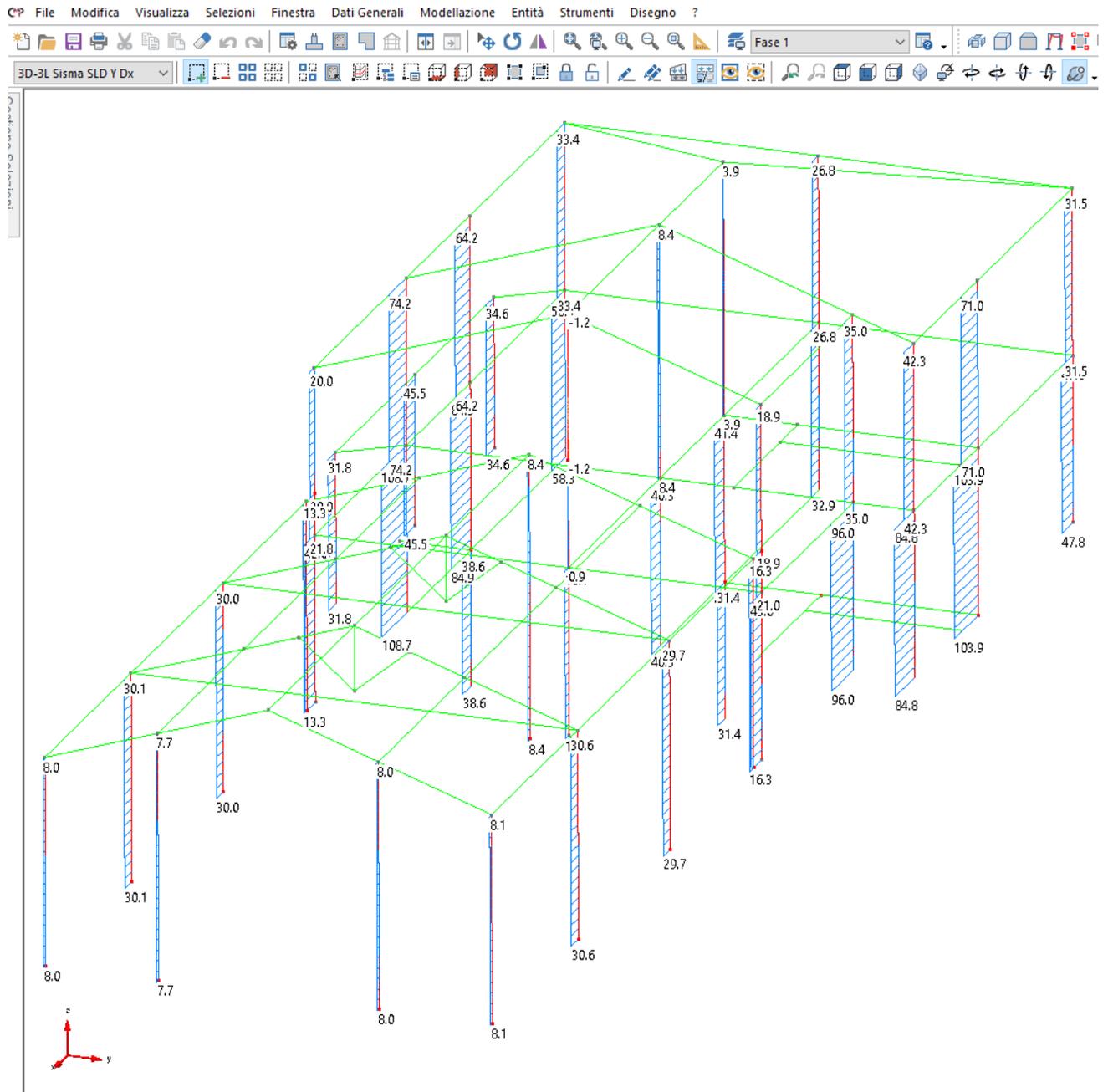
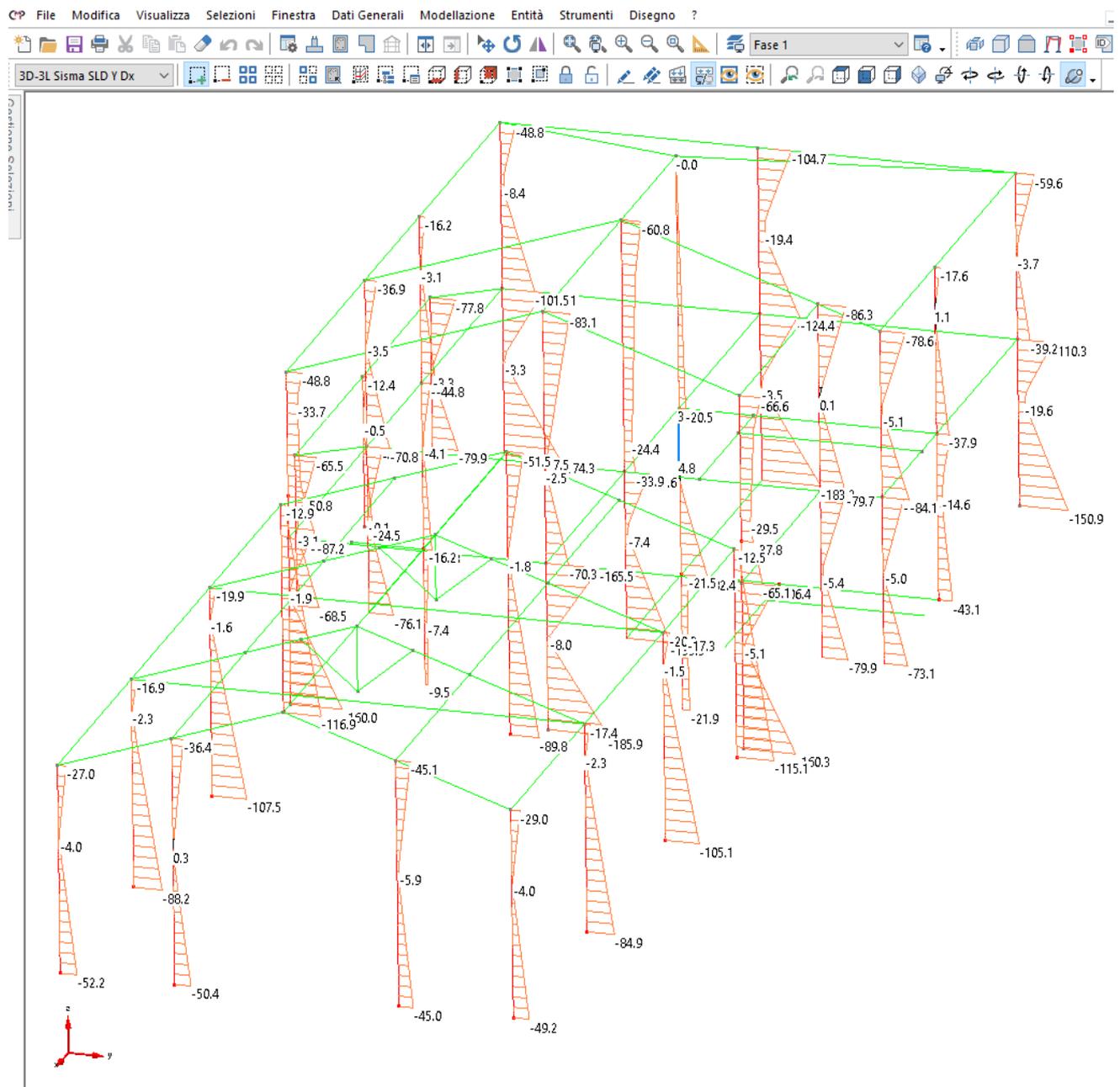


Figura 34 - Involuppo SLU – Taglio 1-2 [kN] – VALORI MASSIMI.







**Figura 37 - Involuppo SLU – Momento flettente 1-3 [kNm] – VALORI MINIMI.**

### 2.7.2.2 Strutture in elevazione – Travi in c.a.

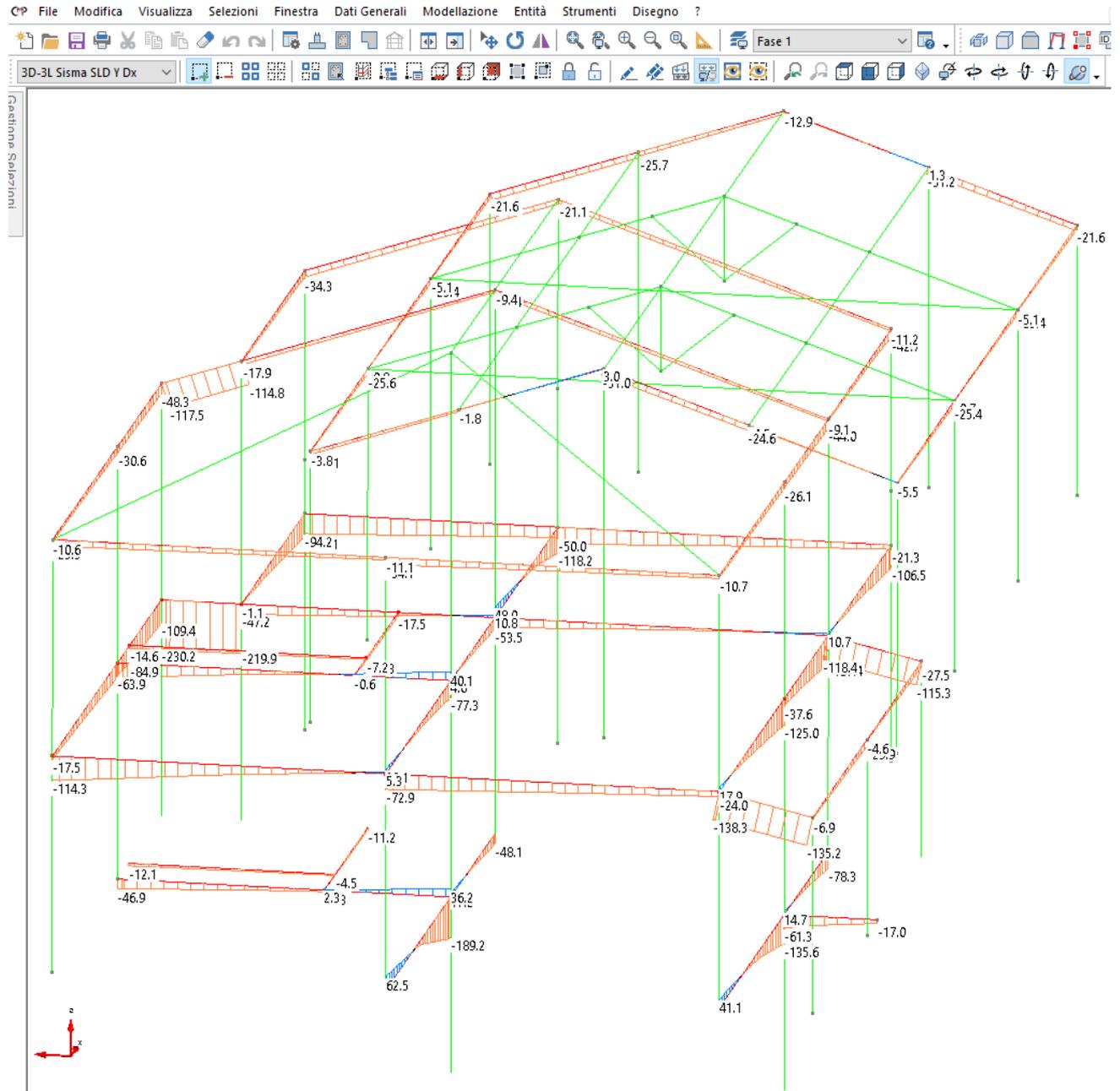
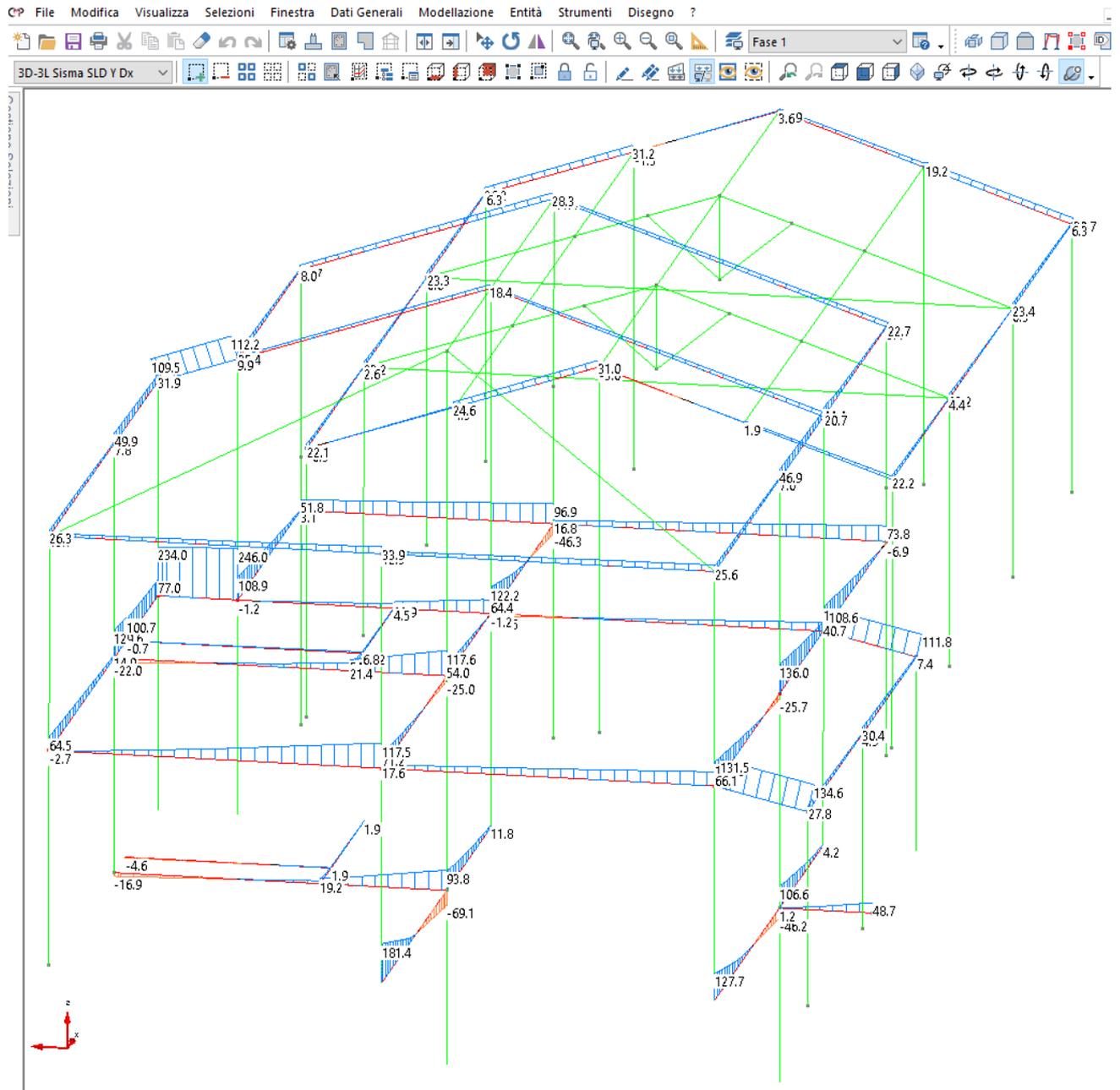


Figura 38 - Involuppo SLU – Taglio 1-3 [kN] – VALORI MINIMI.



**Figura 39 - Involuppo SLU – Taglio 1-3 [kN] – VALORI MASSIMI.**

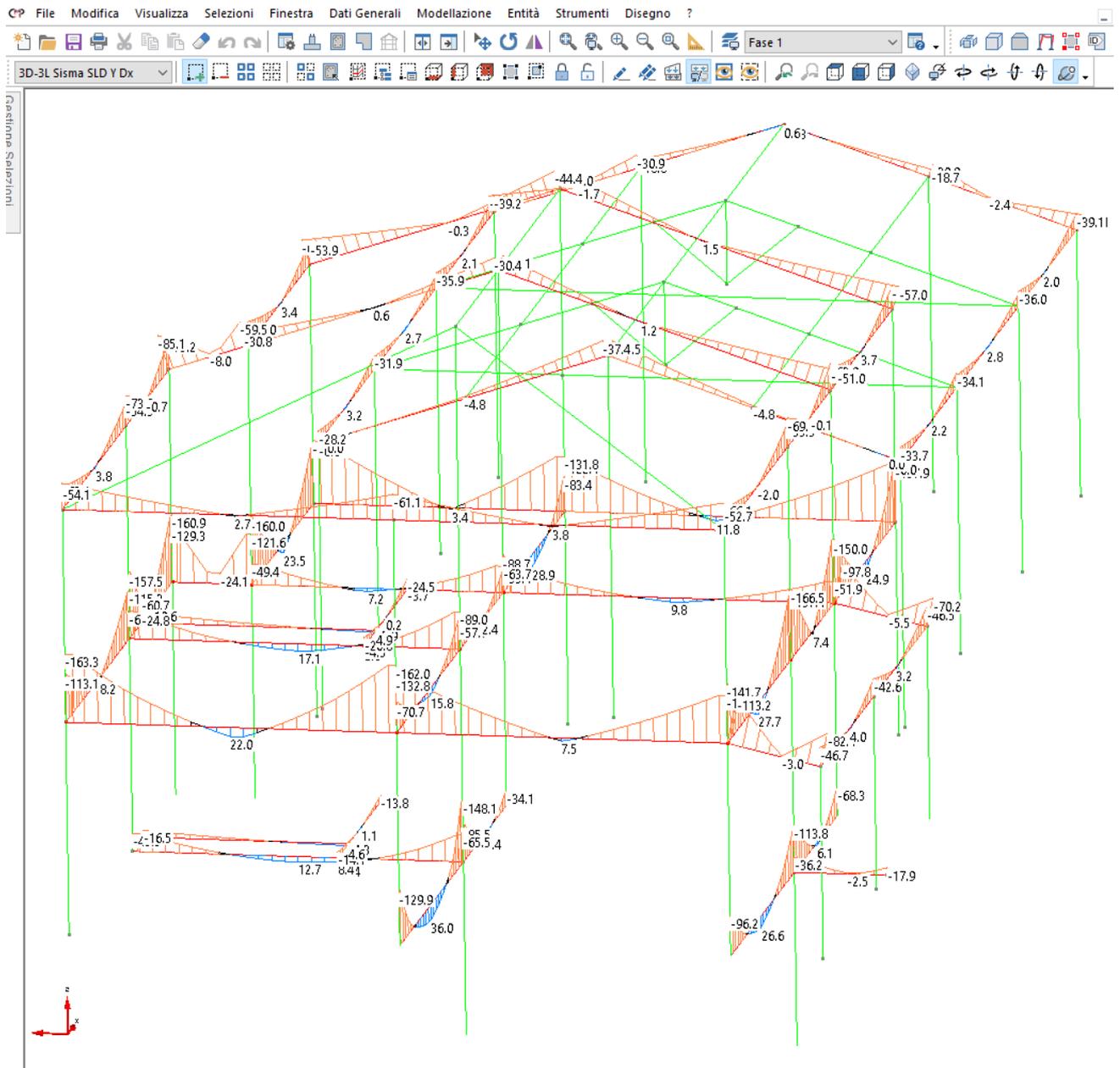


Figura 40 - Involuppo SLU – Momento flettente 1-3 [kNm] – VALORI MINIMI.

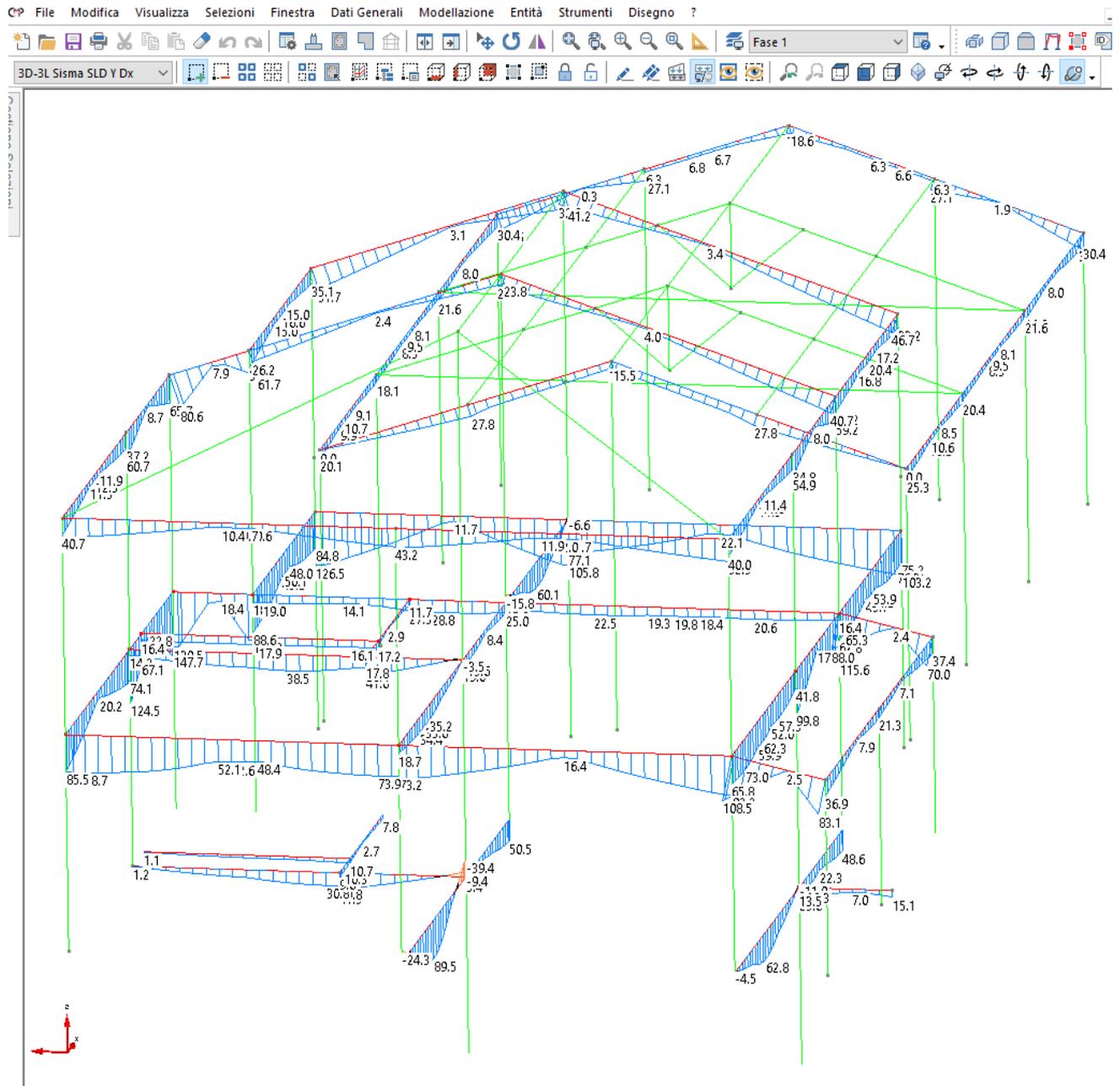


Figura 41 - Involuppo SLU – Momento flettente 1-3 [kNm] – VALORI MASSIMI.

### 2.7.2.3 Strutture in elevazione – Travi in Legno Lamellare

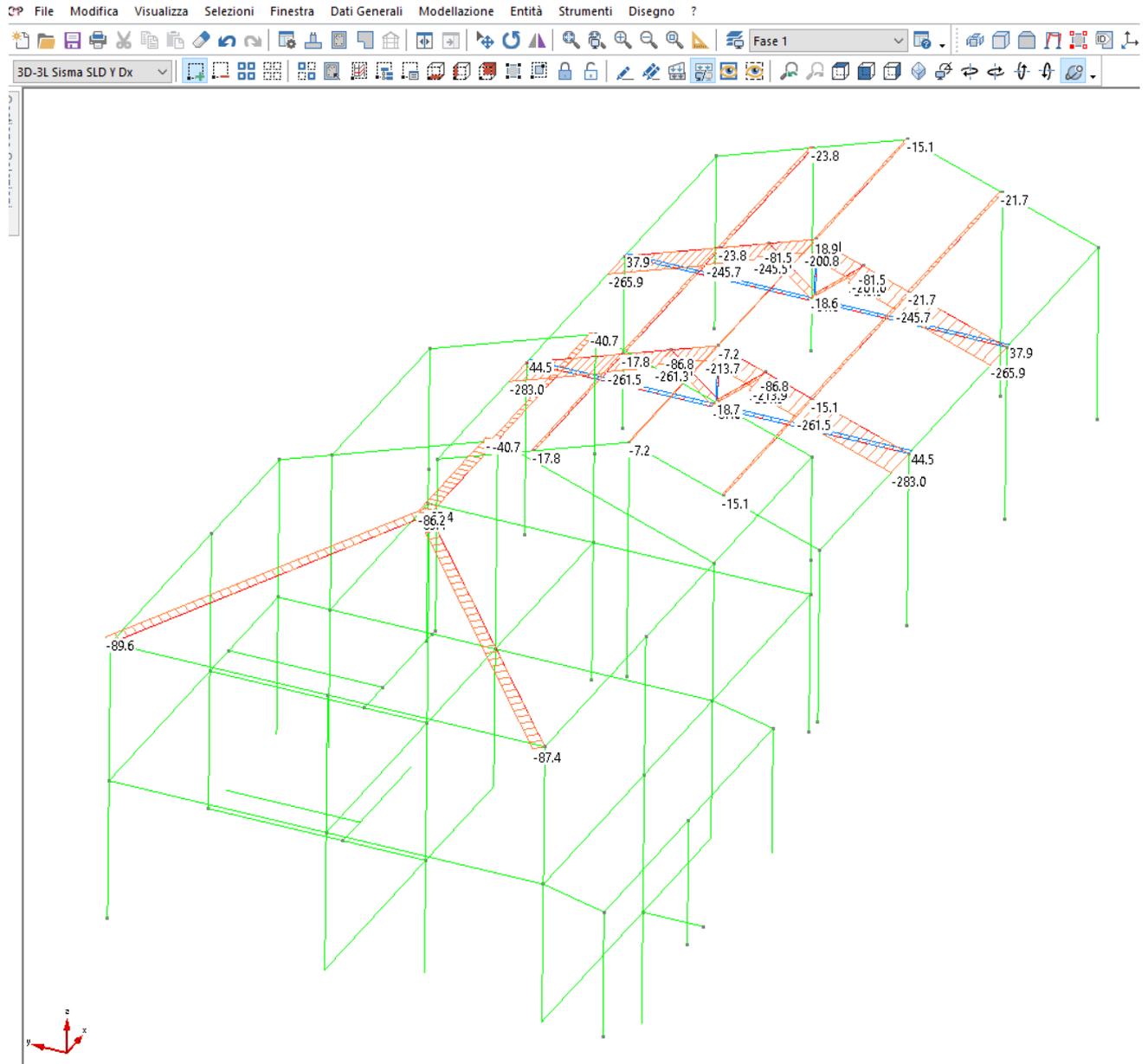


Figura 42 - Involuppo SLU – Sforzo Normale di compressione N [kN] – VALORI MINIMI.

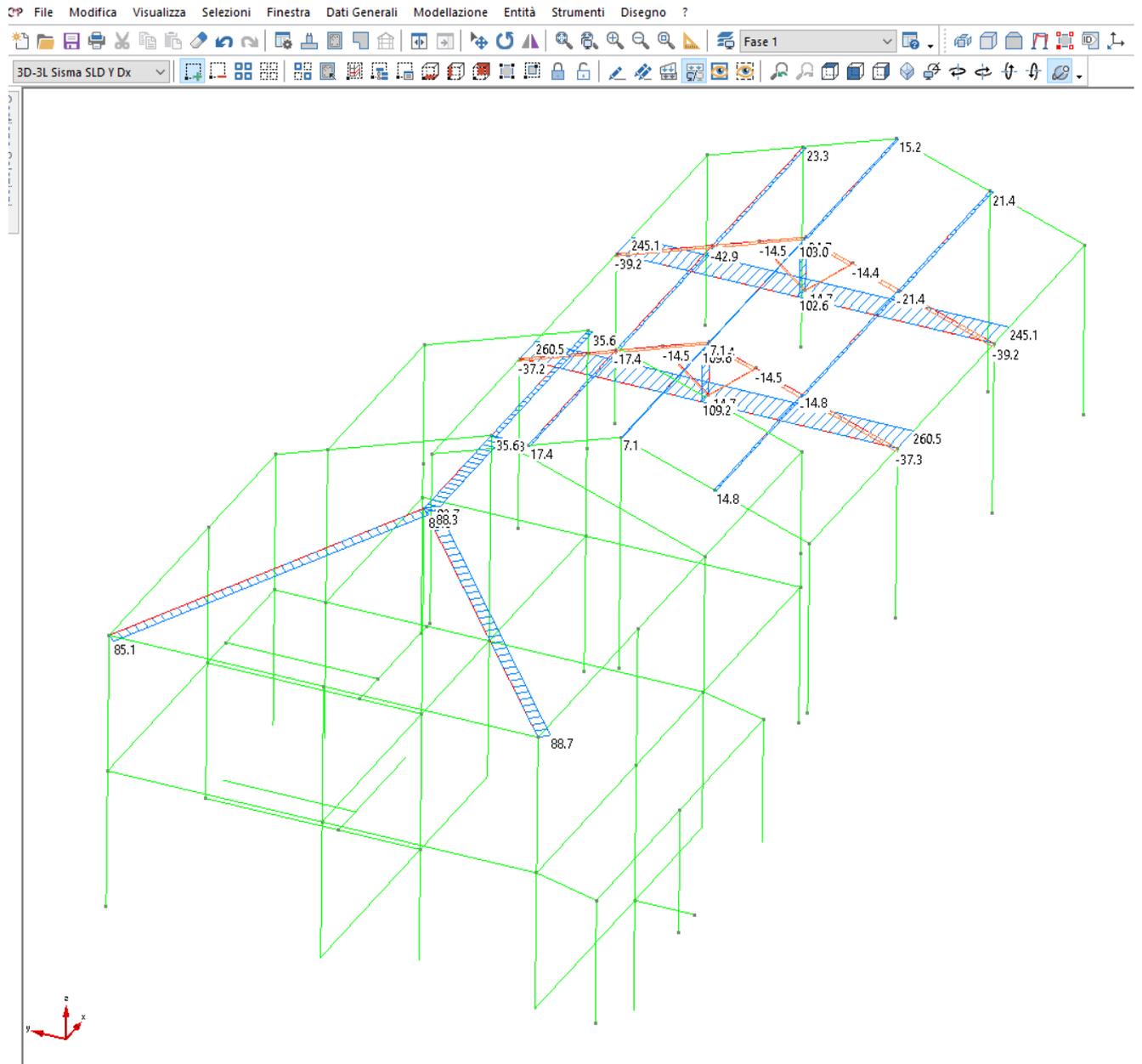
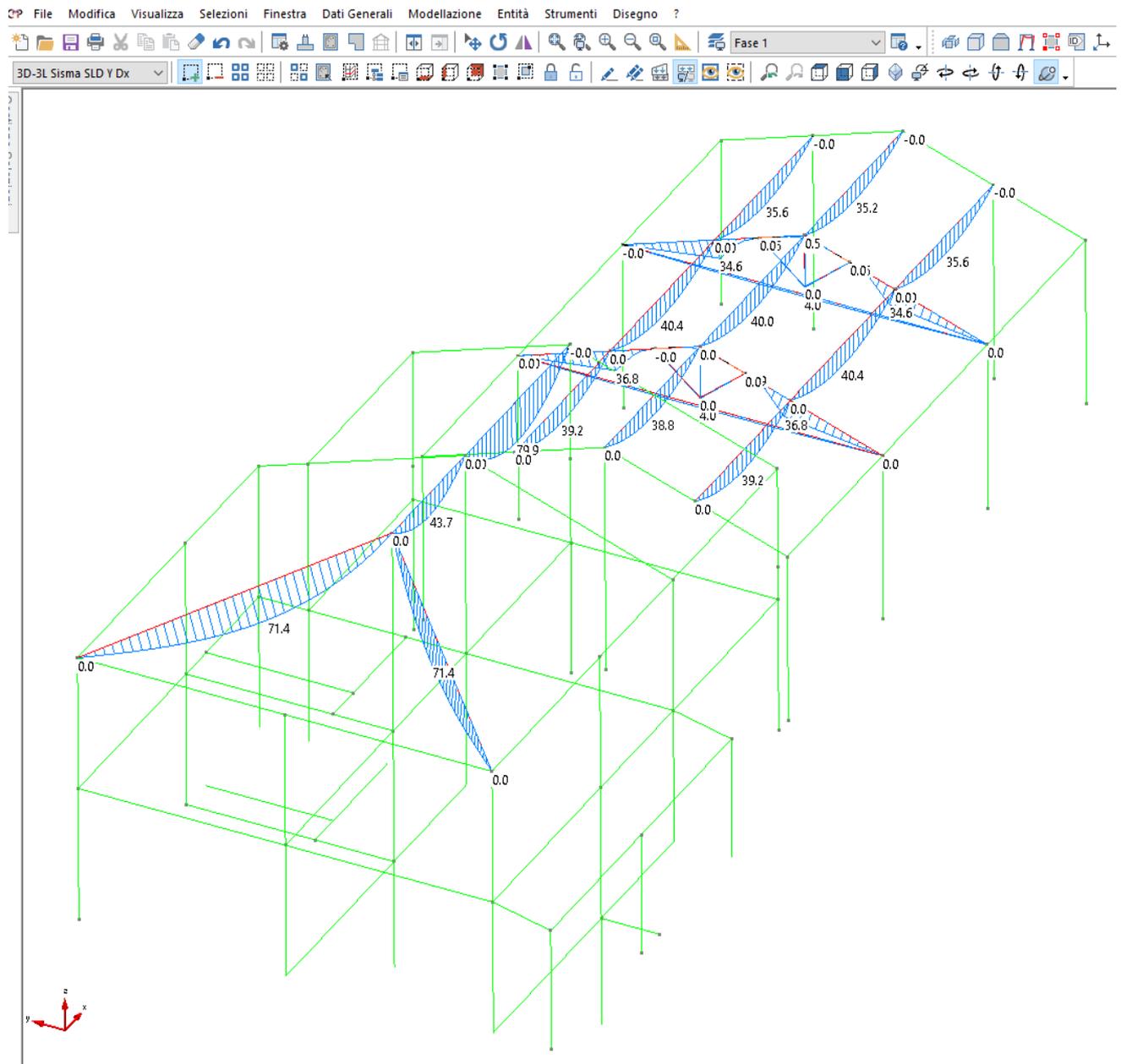


Figura 43 - Involuppo SLU – Sforzo Normale di trazione N [kN] – VALORI MASSIMI.









**Figura 47 - Involuppo SLU – Momento flettente 1-3 [kNm] – VALORI MASSIMI.**

### 2.7.2.4 Strutture di fondazione

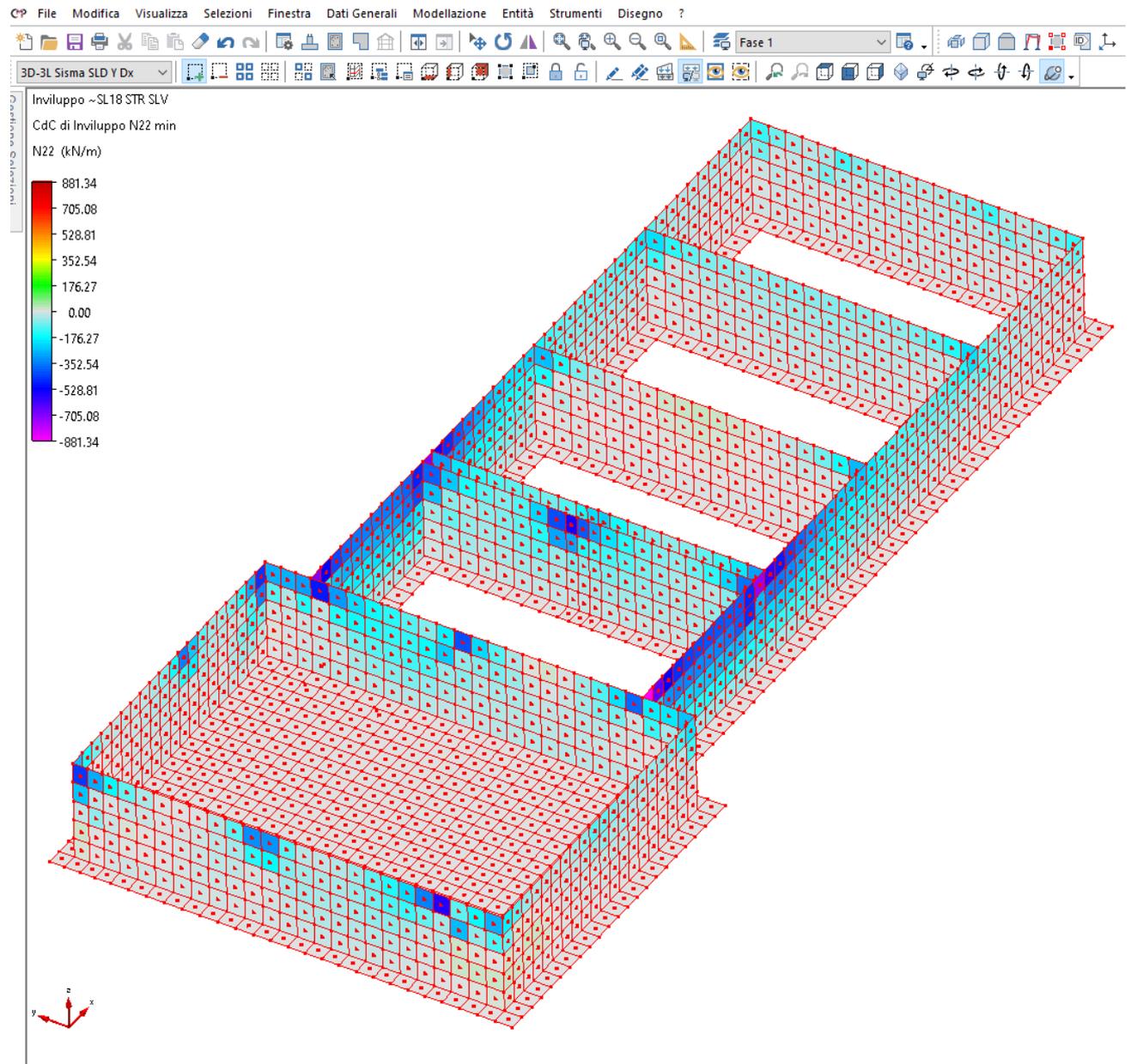


Figura 48 - Involuppo SLU – Sforzo Normale per unità di lunghezza [kN/m] – N22 - VALORI MINIMI

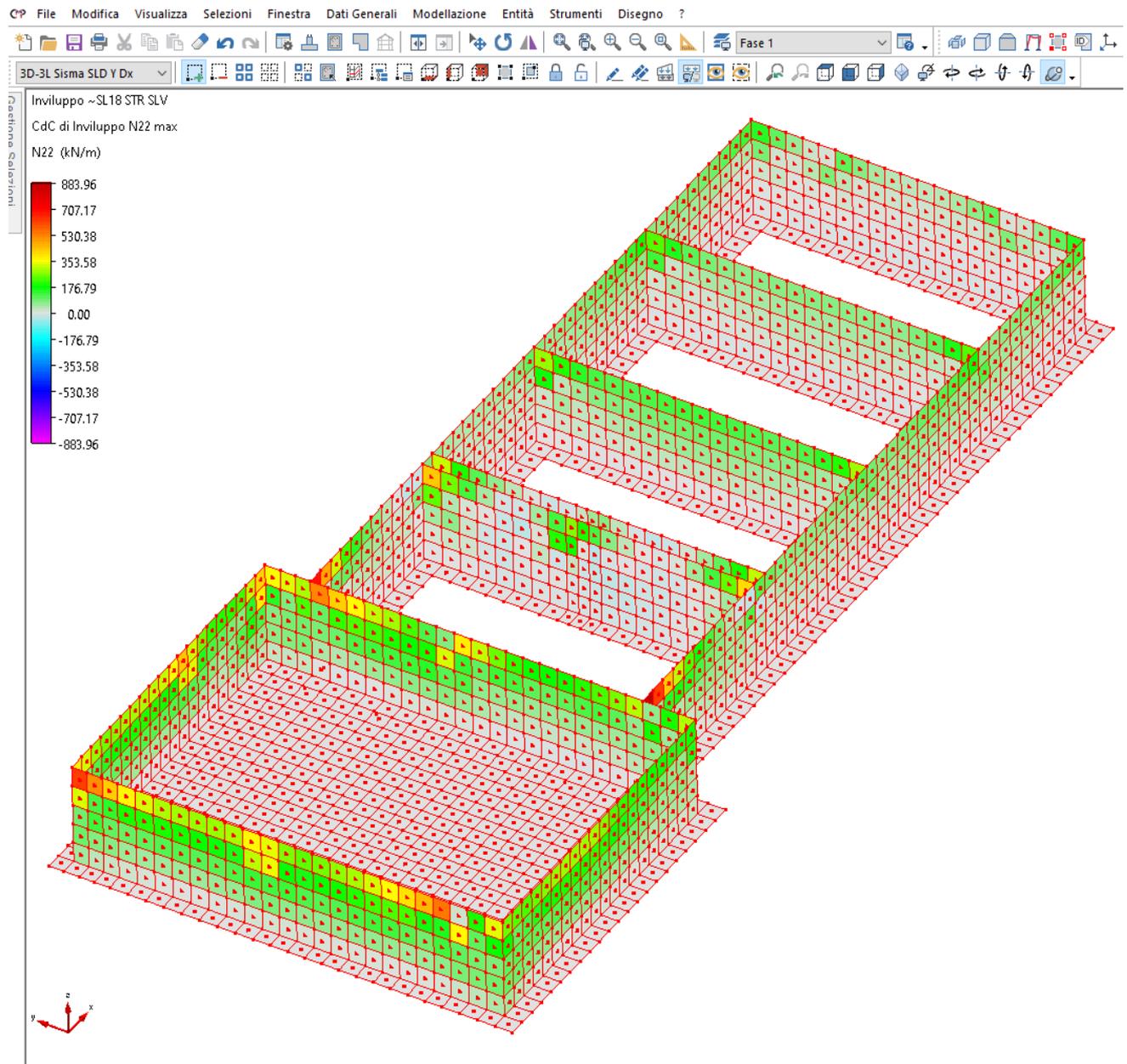


Figura 49 - Inviluppo SLU – Sforzo Normale per unità di lunghezza [kN/m] – N22 - VALORI MASSIMI

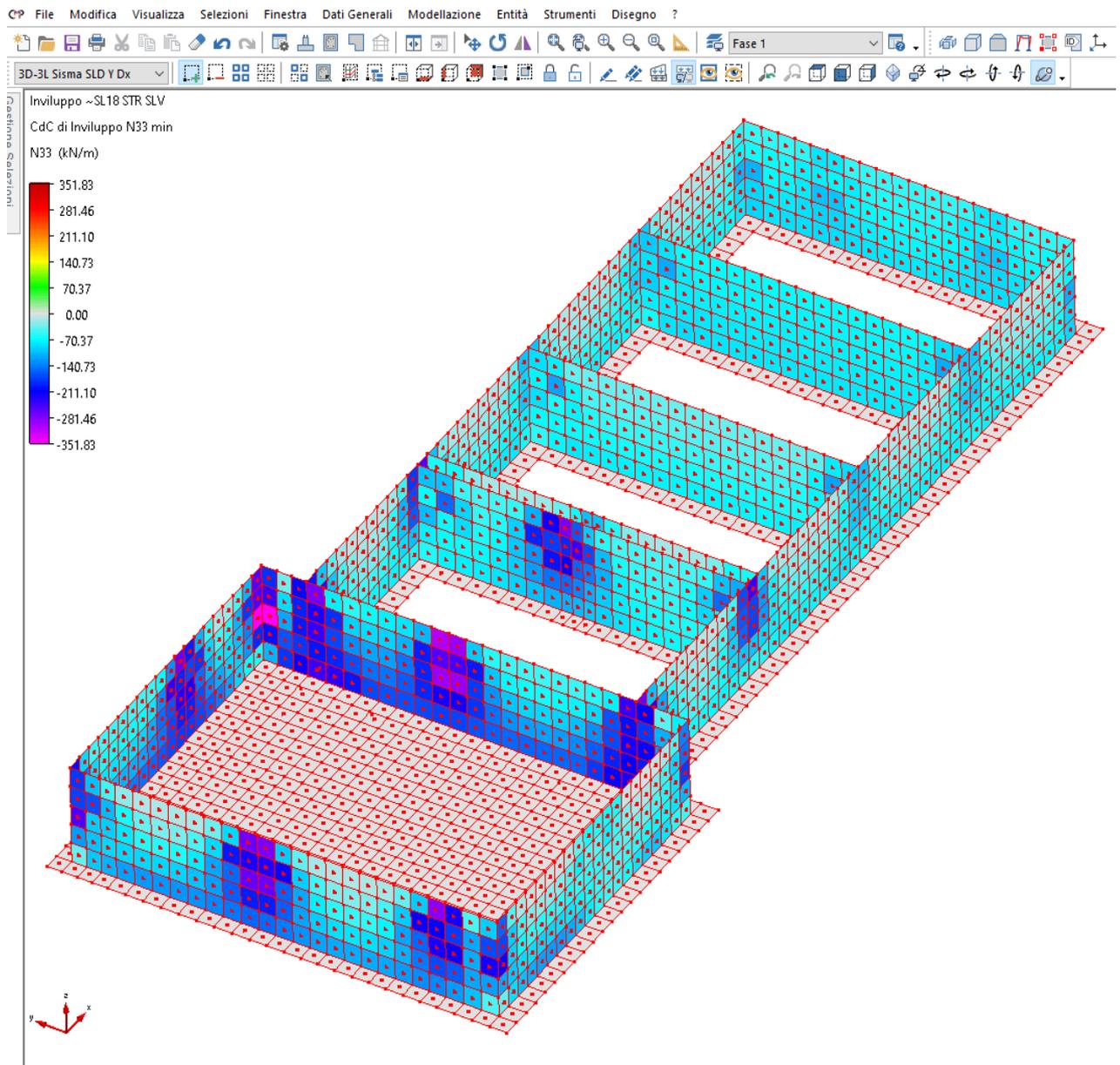
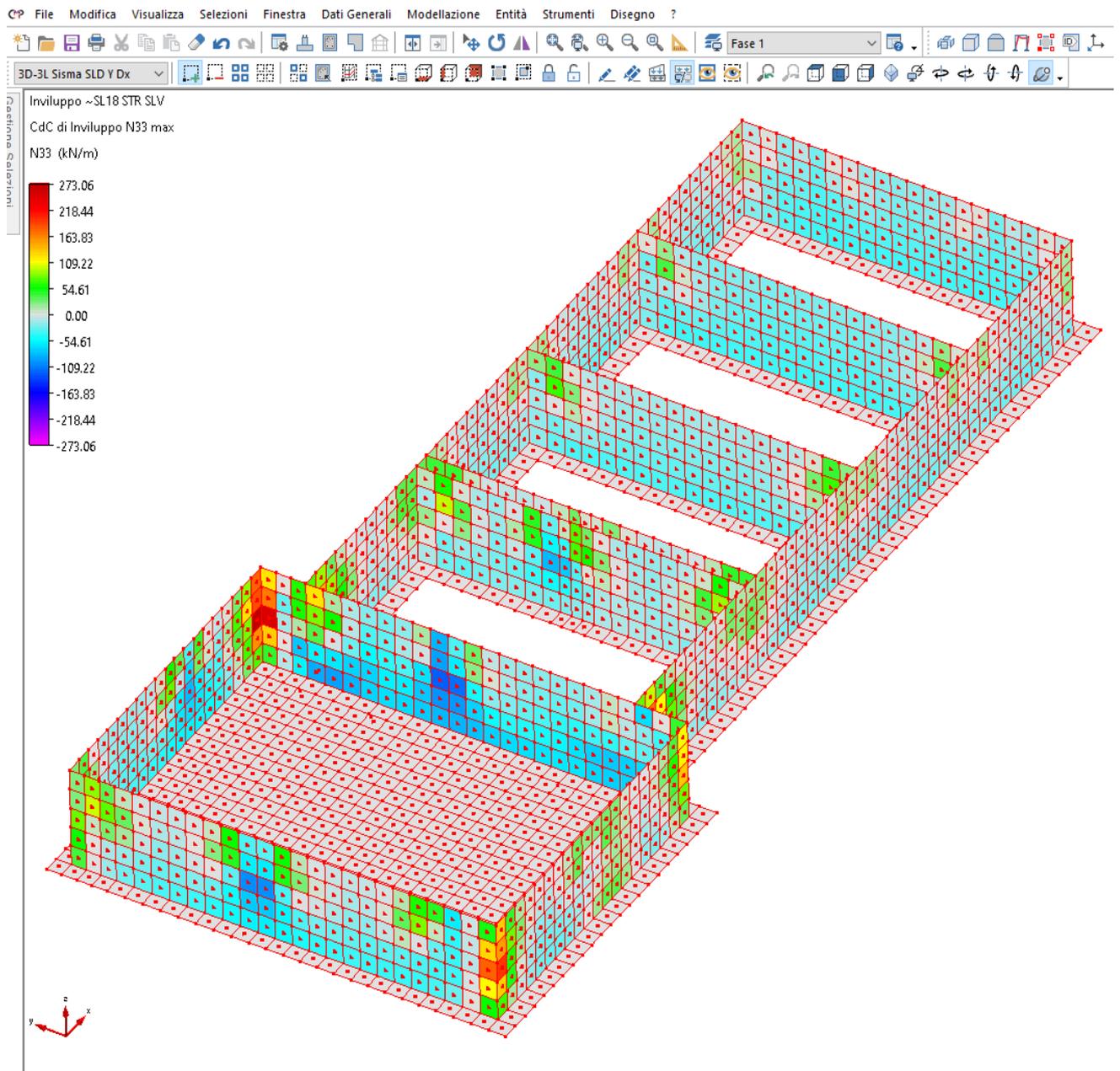


Figura 50 - Inviluppo SLU – Sforzo Normale per unità di lunghezza [kN/m] – N33 - VALORI MINIMI



**Figura 51 - Involuppo SLU – Sforzo Normale per unità di lunghezza [kN/m] – N33 - VALORI MASSIMI**

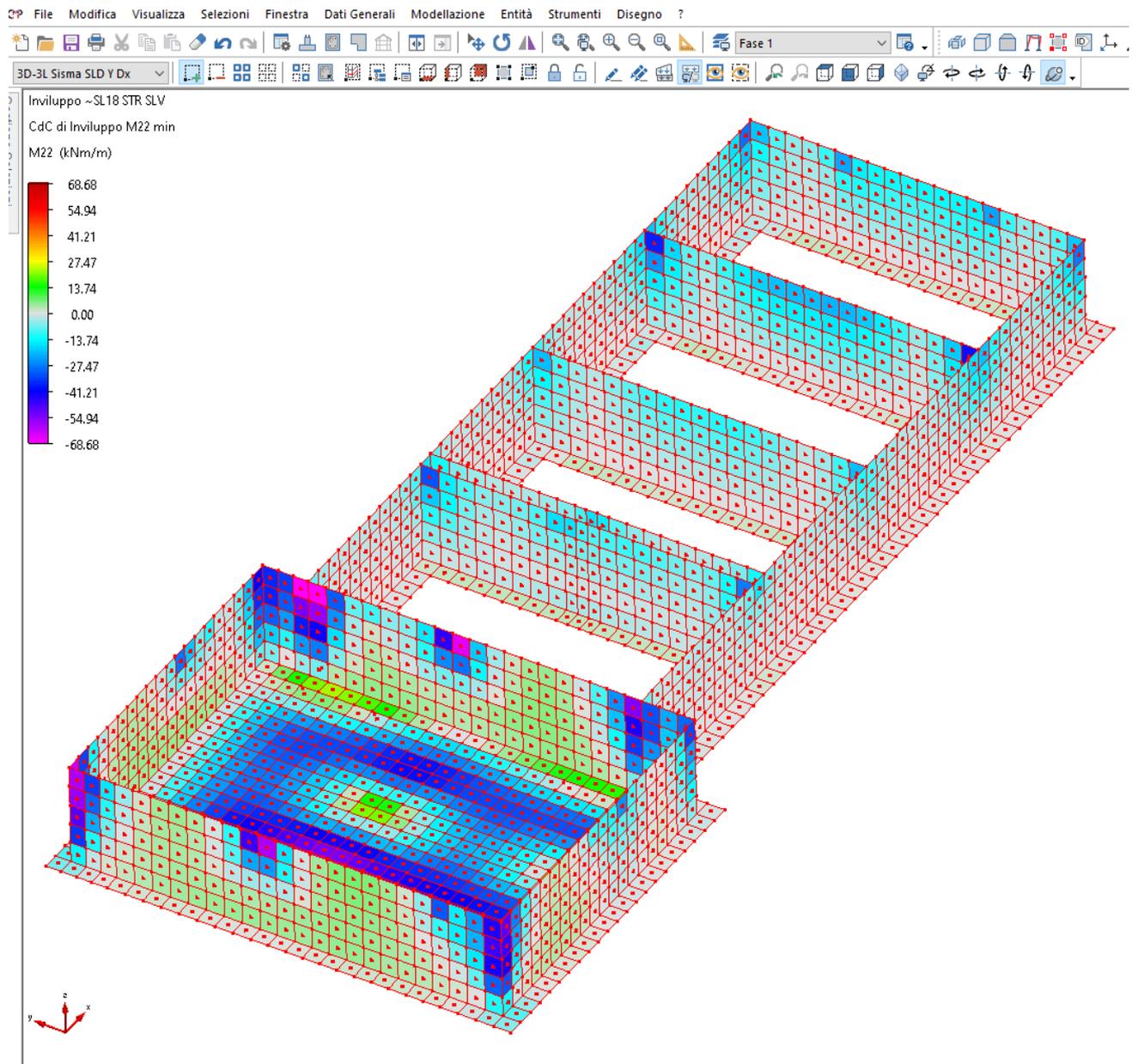


Figura 52 - Inviluppo SLU - Momento flettente per unità di lunghezza [kNm/m] – M22 - VALORI MINIMI

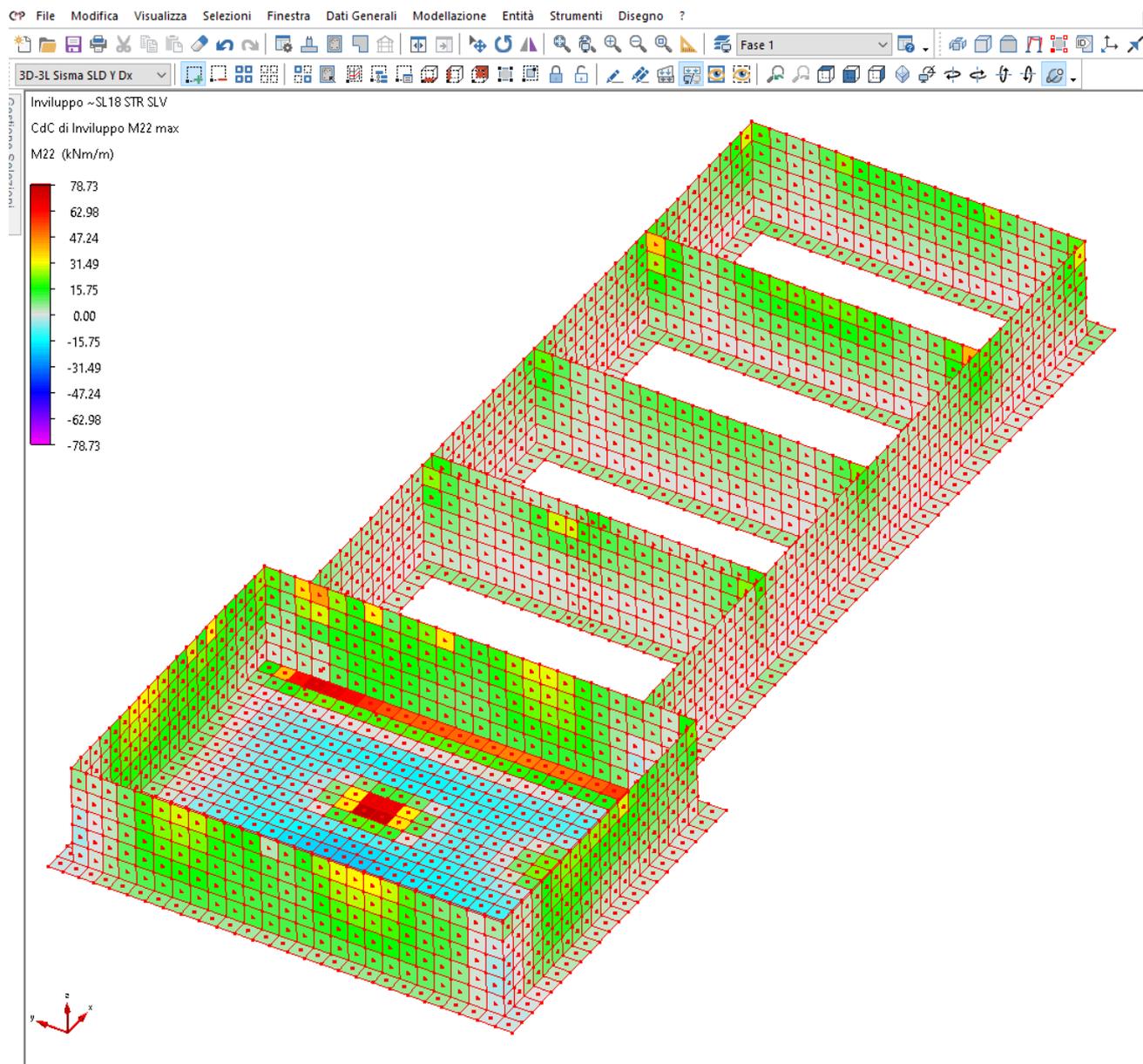
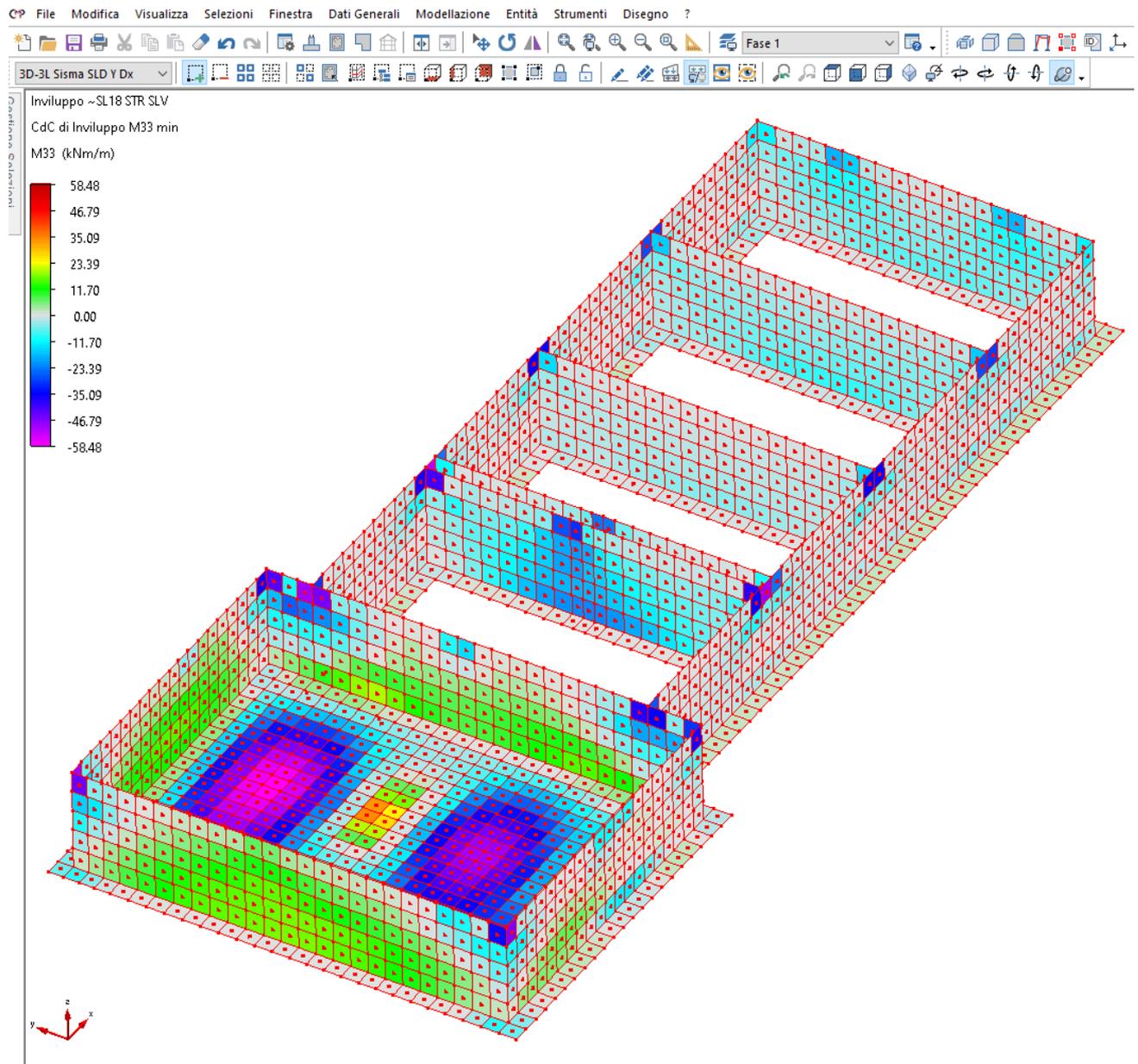
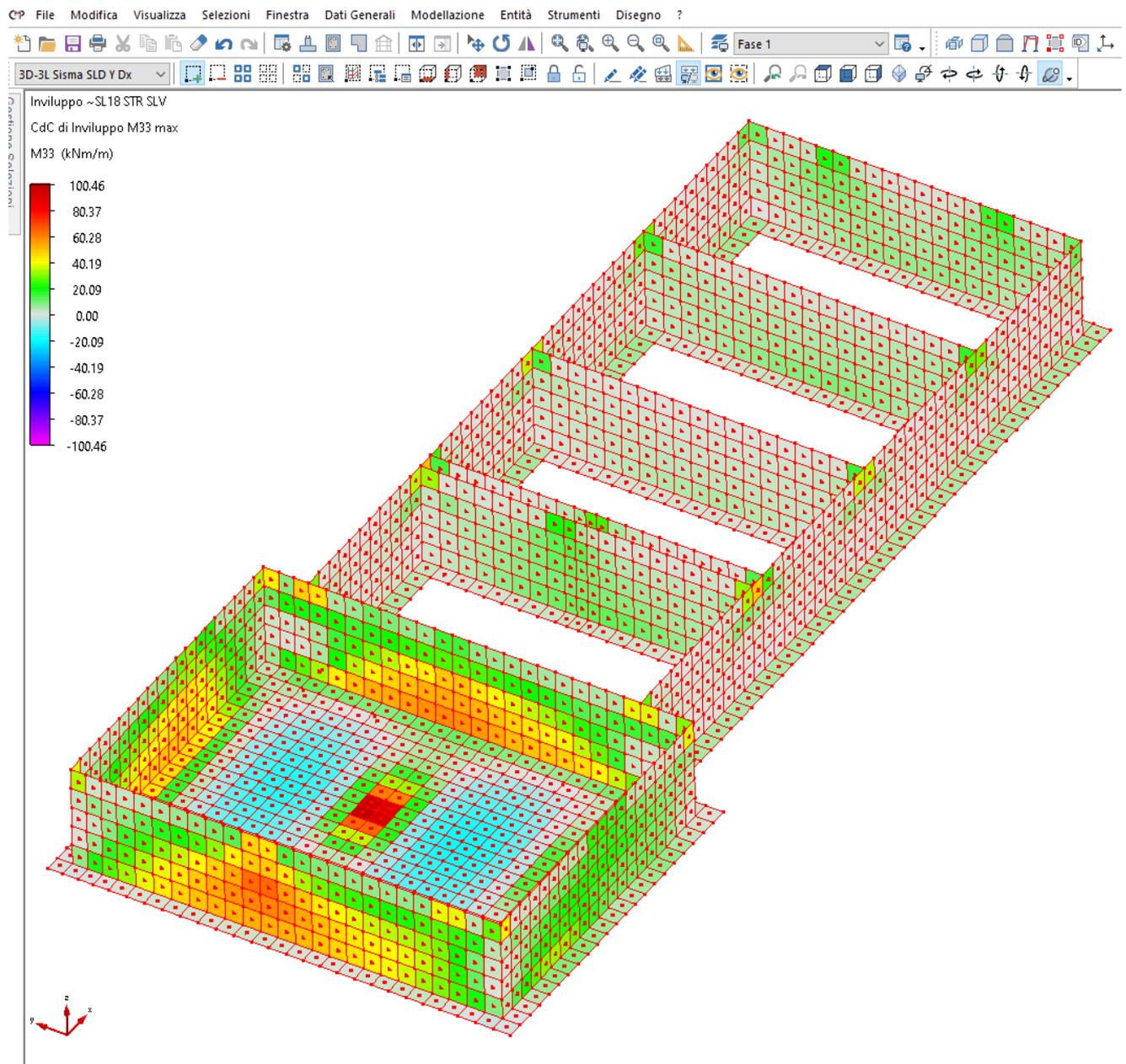


Figura 53 - Involuppo SLU - Momento flettente per unità di lunghezza [kNm/m] – M22 - VALORI MASSIMI



**Figura 54 - Involuppo SLU - Momento flettente per unità di lunghezza [kNm/m] – M33 - VALORI MINIMI**



**Figura 55 - Involuppo SLU - Momento flettente per unità di lunghezza [kNm/m] – M33 - VALORI MASSIMI**

### 2.7.2.4.1 Pressioni sul terreno.

Si riportano di seguito le pressioni massime sul terreno per

- SLU Sismica
- SLU Statica
- SLE Quasi Permanente

Utilizzate per il calcolo della capacità portante e dei cedimenti in allegato.

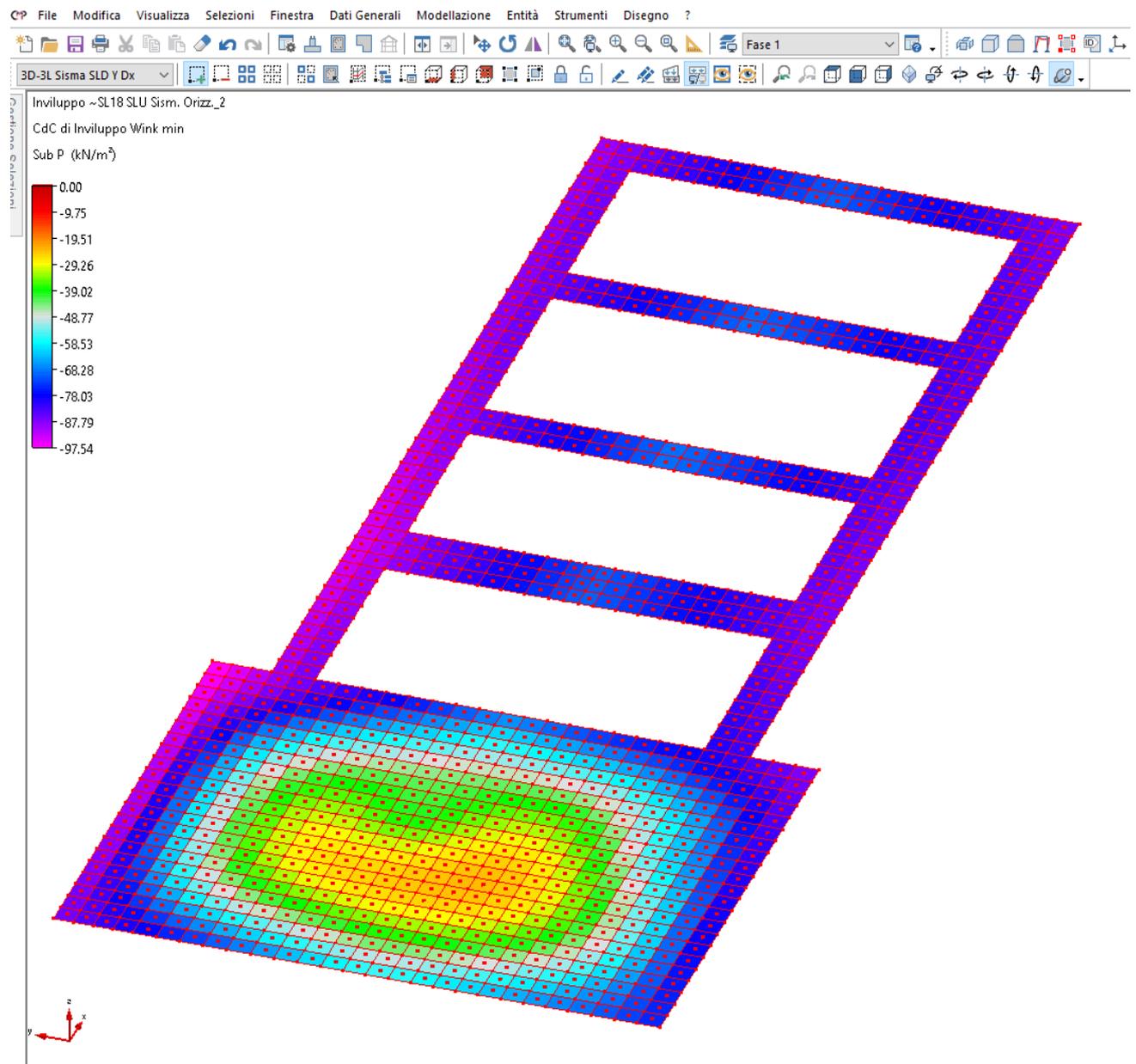


Figura 56 - Involuppo SLU GEO SISMA – Pressioni sul terreno [kN/m<sup>2</sup>] – VALORI MASSIMI.

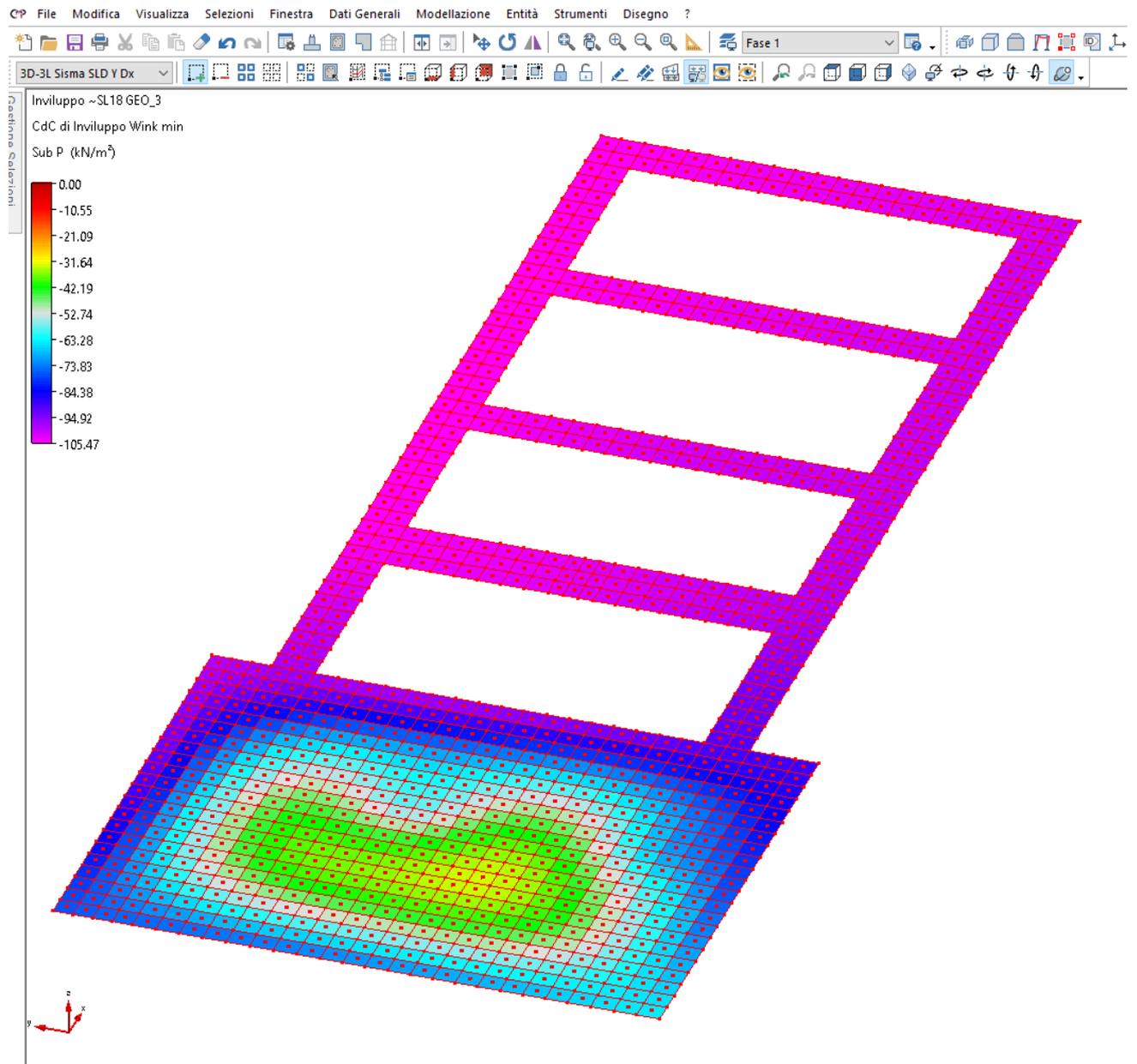


Figura 57 - Inviluppo SLU GEO NO SISMA – Pressioni sul terreno [kN/m<sup>2</sup>] – VALORI MASSIMI.

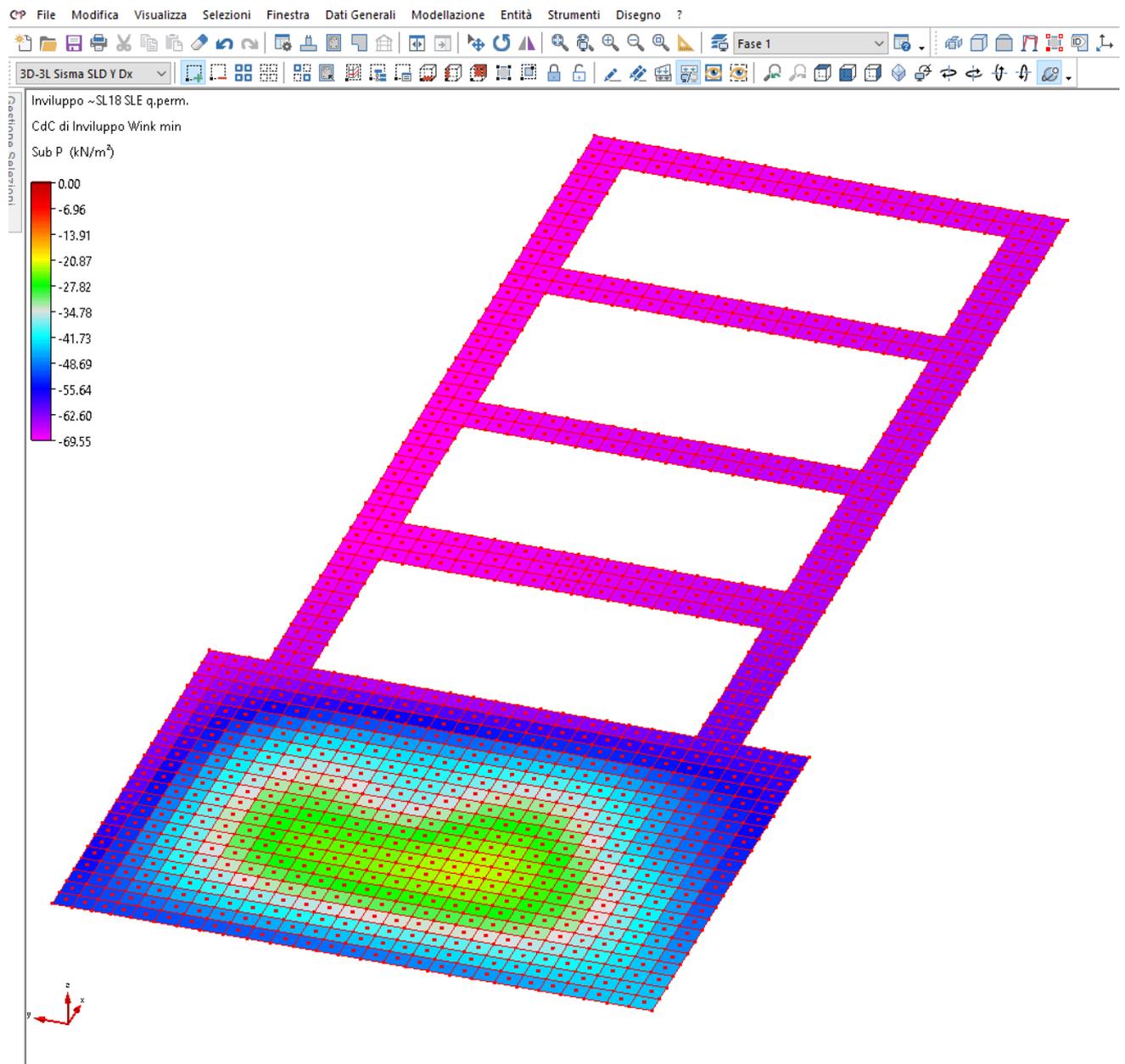


Figura 58 - Inviluppo SLE QUASI PERMANENTE – Pressioni sul terreno [ $\text{kN/m}^2$ ] – VALORI MASSIMI.

### **2.7.3 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati**

I risultati ottenuti dall'analisi strutturale, la configurazione delle deformate (statiche e dinamiche) e l'andamento dei diagrammi di sollecitazione, si ritengono compatibili con quelli desunti da verifiche sommarie.

## 2.8 Verifiche a SLU

### 2.8.1 Strutture in elevazione – Pilastri in c.a.

#### 2.8.1.1 Pressoflessione deviata

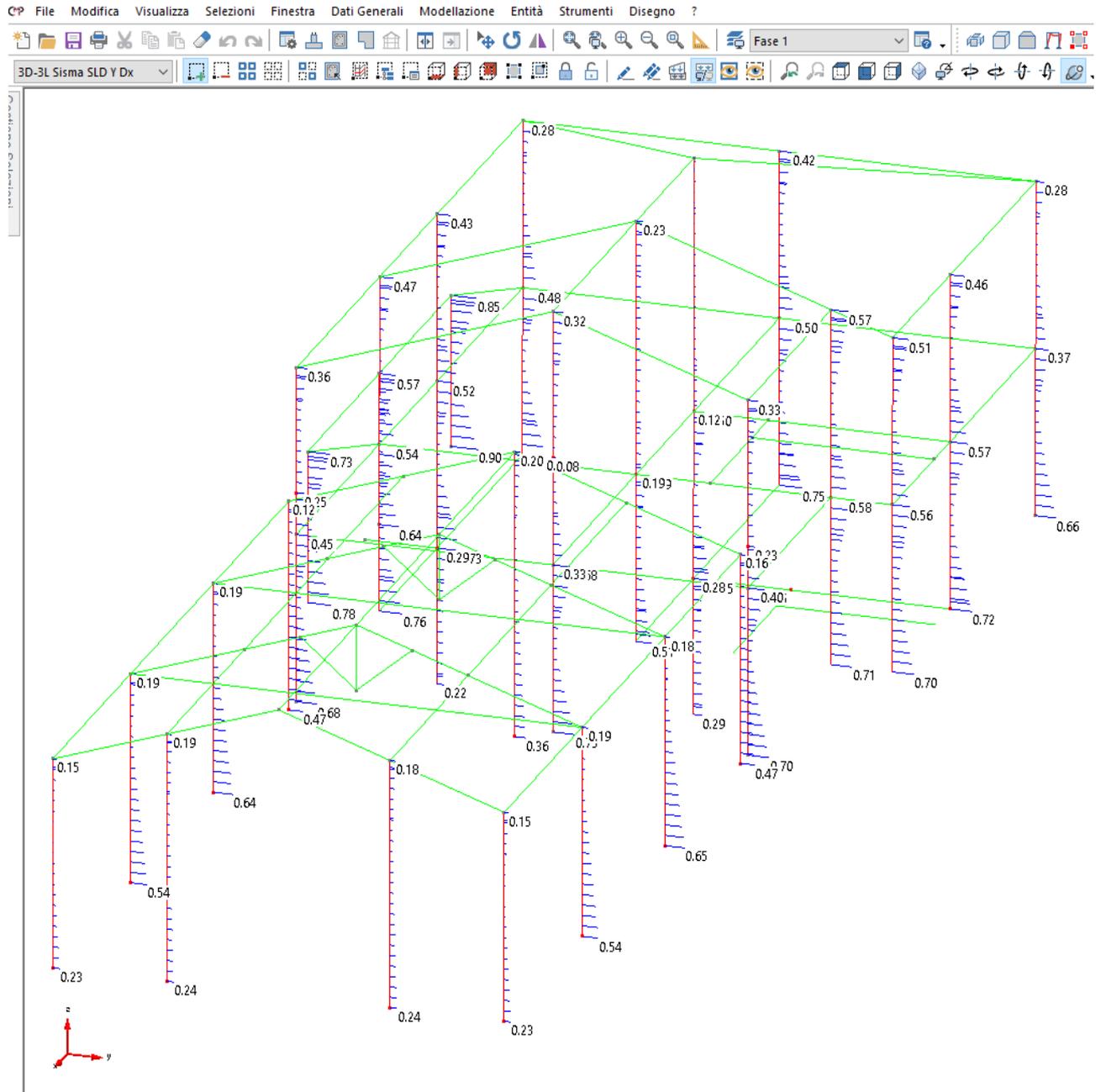


Figura 59 – Mappa delle verifiche a pressoflessione deviata – Coefficiente di sfruttamento della sezione.

### 2.8.1.2 Taglio

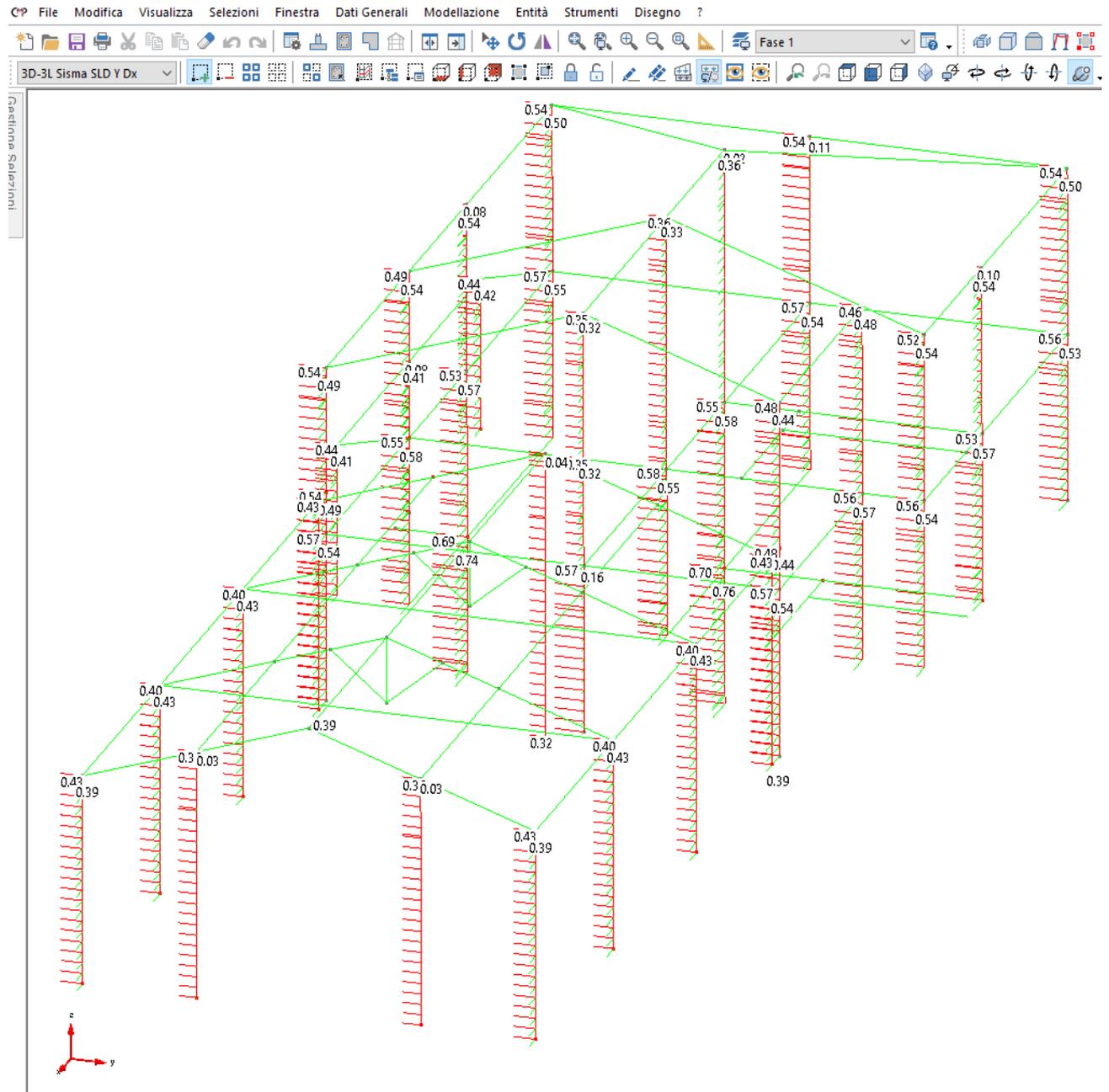


Figura 60 – Mappa delle verifiche a taglio – Coefficiente di sfruttamento della sezione.

### 2.8.1.3 Gerarchia delle resistenze

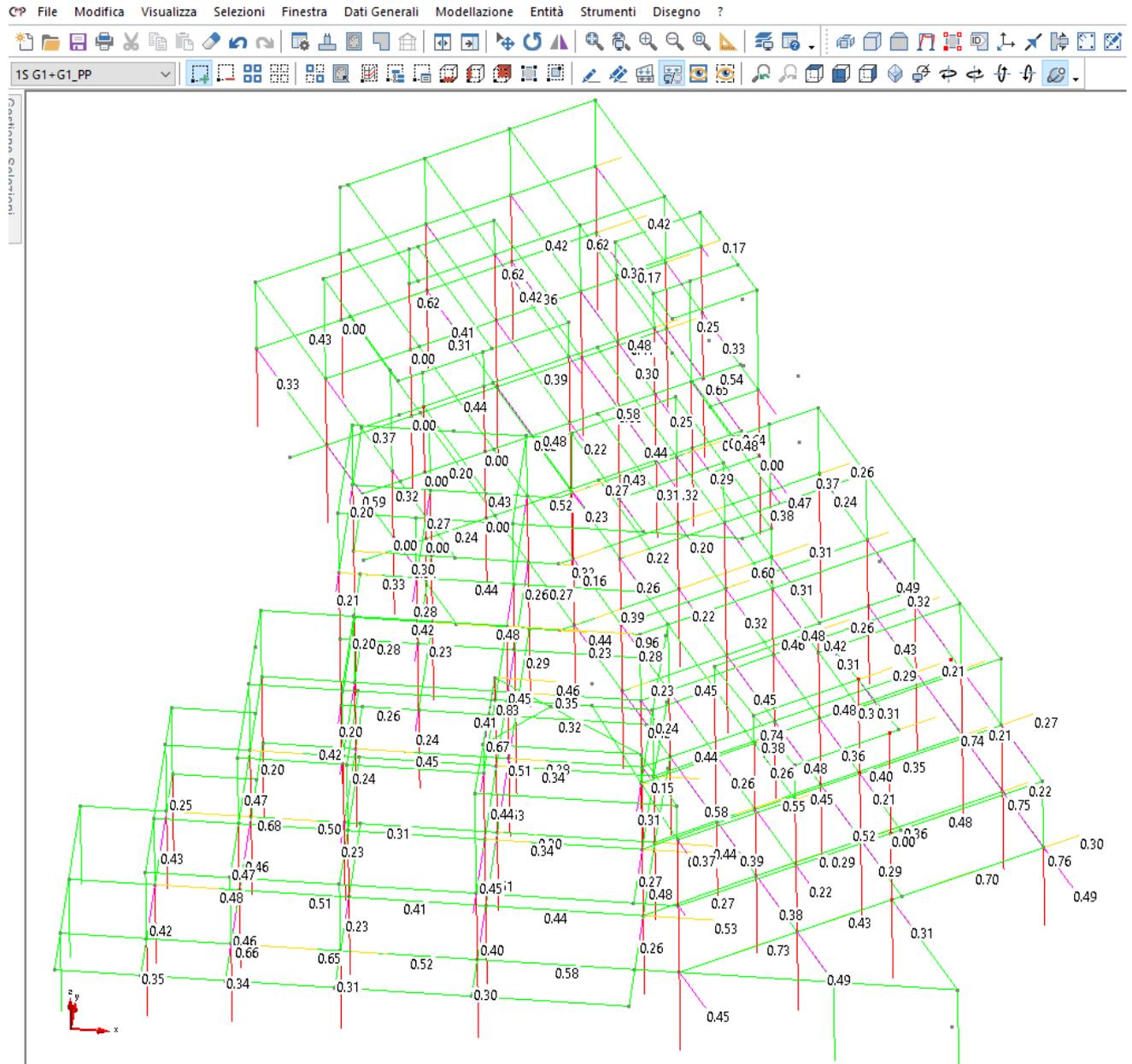


Figura 61 – Mappa delle verifiche a gerarchia delle resistenze - Coefficiente di sfruttamento.

### 2.8.1.4 Duttilità

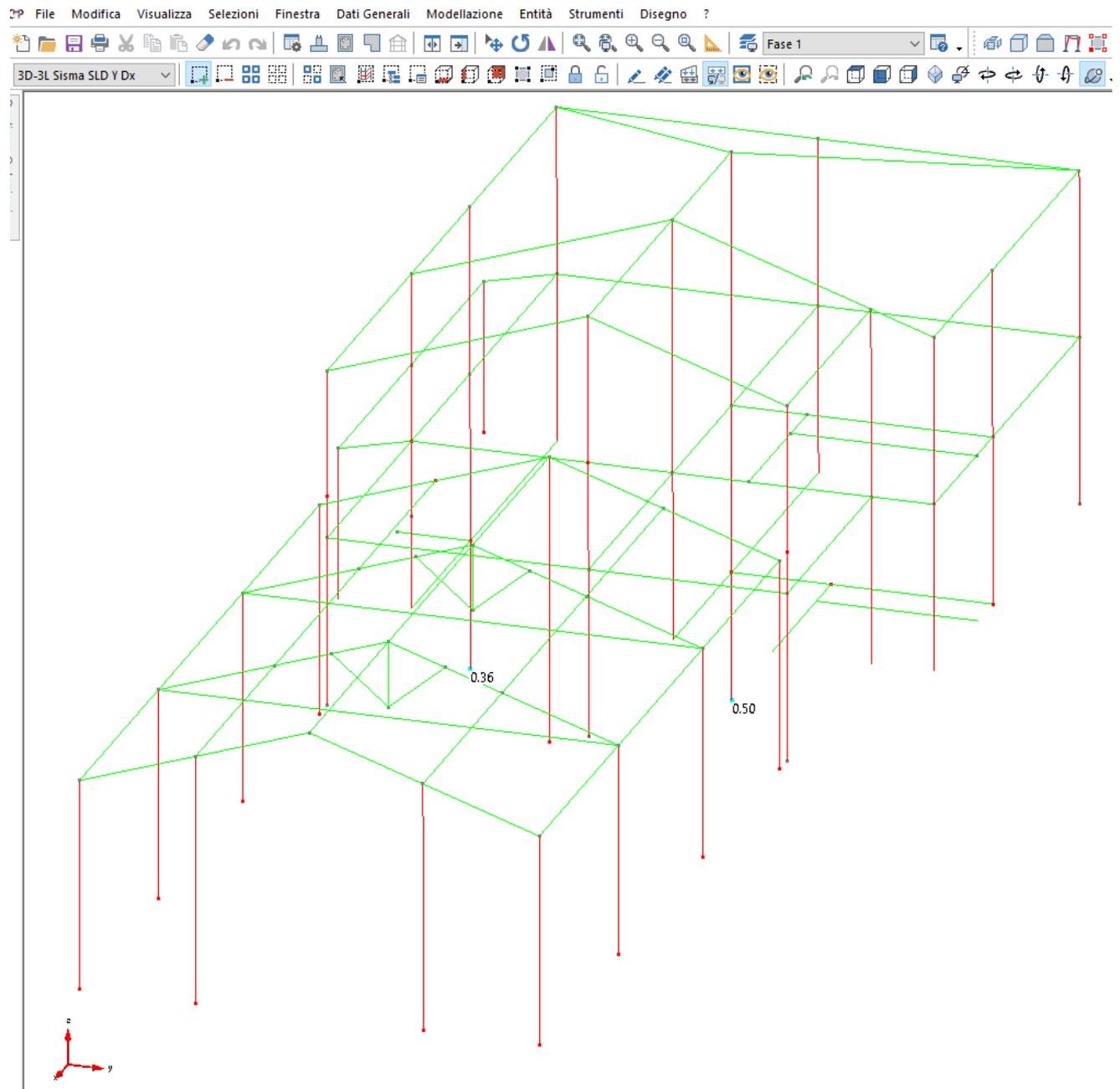


Figura 62 – Mappa delle verifiche a duttilità - Coefficiente di sfruttamento.

### 2.8.1.5 Verifiche dei nodi

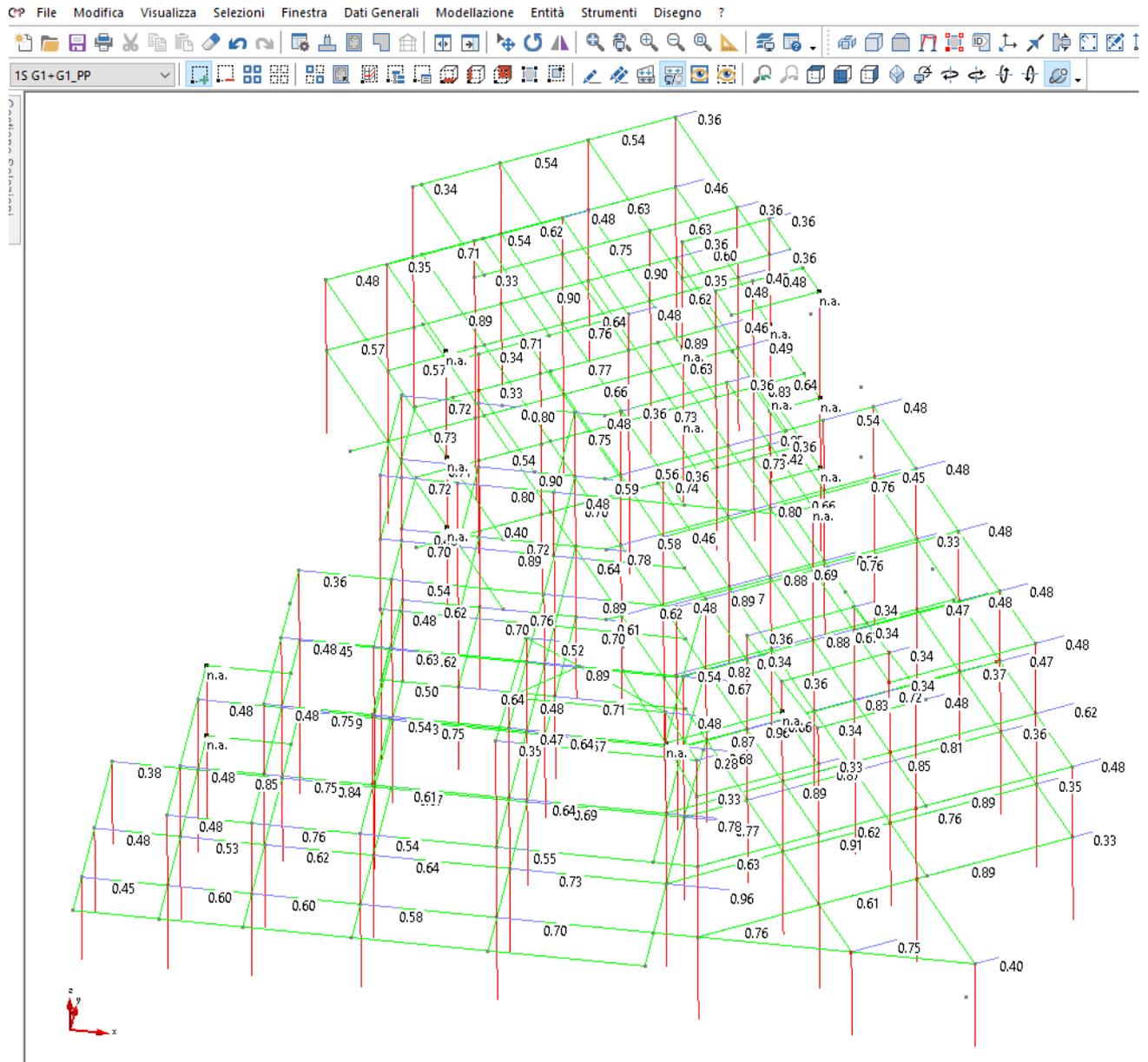


Figura 63 – Mappa delle verifiche dei nodi\_direzione 1-2 - Coefficiente di sfruttamento.

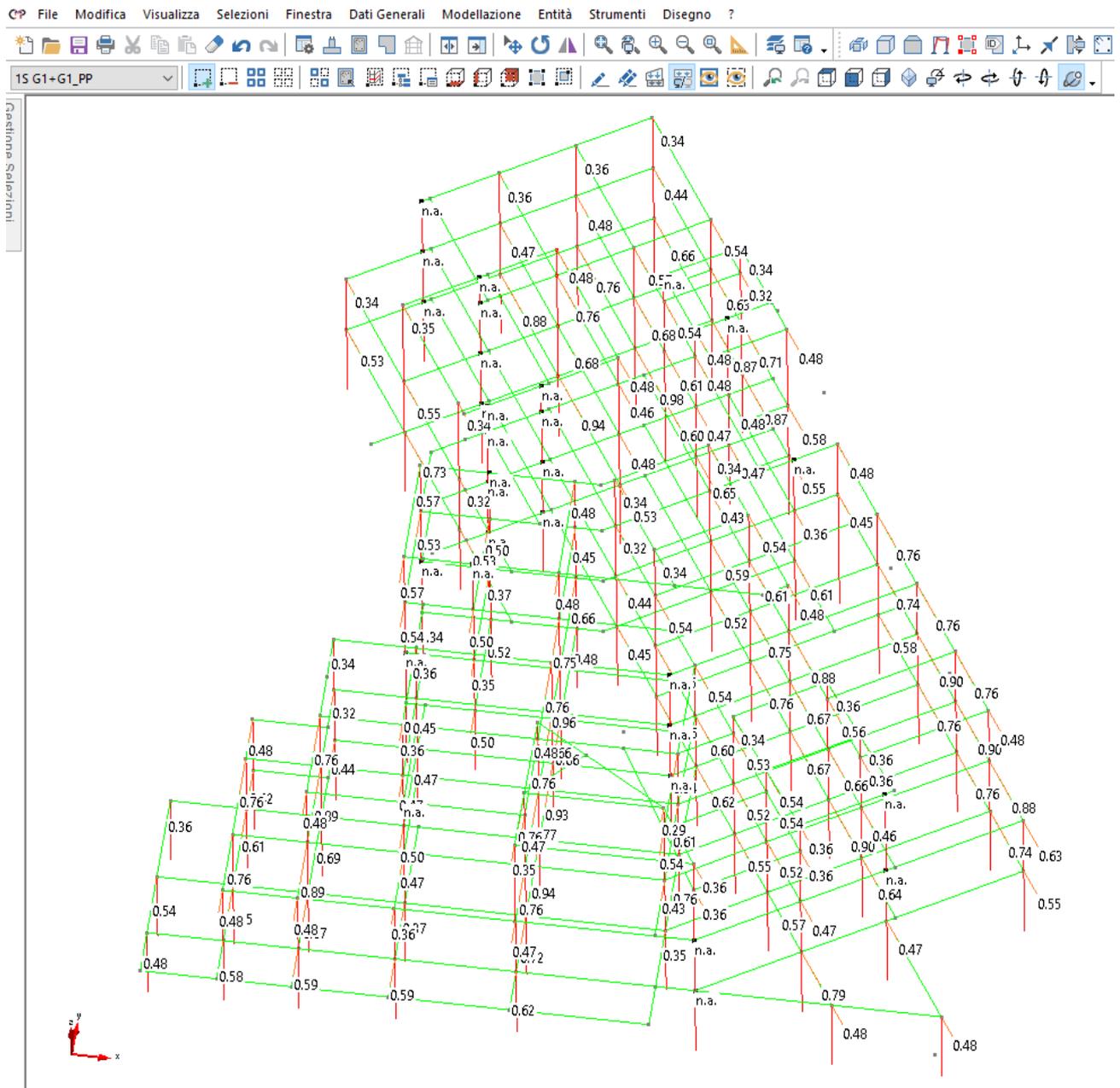


Figura 64 – Mappa delle verifiche dei nodi\_direzione 1-3 - Coefficiente di sfruttamento.

## 2.8.2 Strutture in elevazione – Travi in c.a.

### 2.8.2.1 Pressoflessione

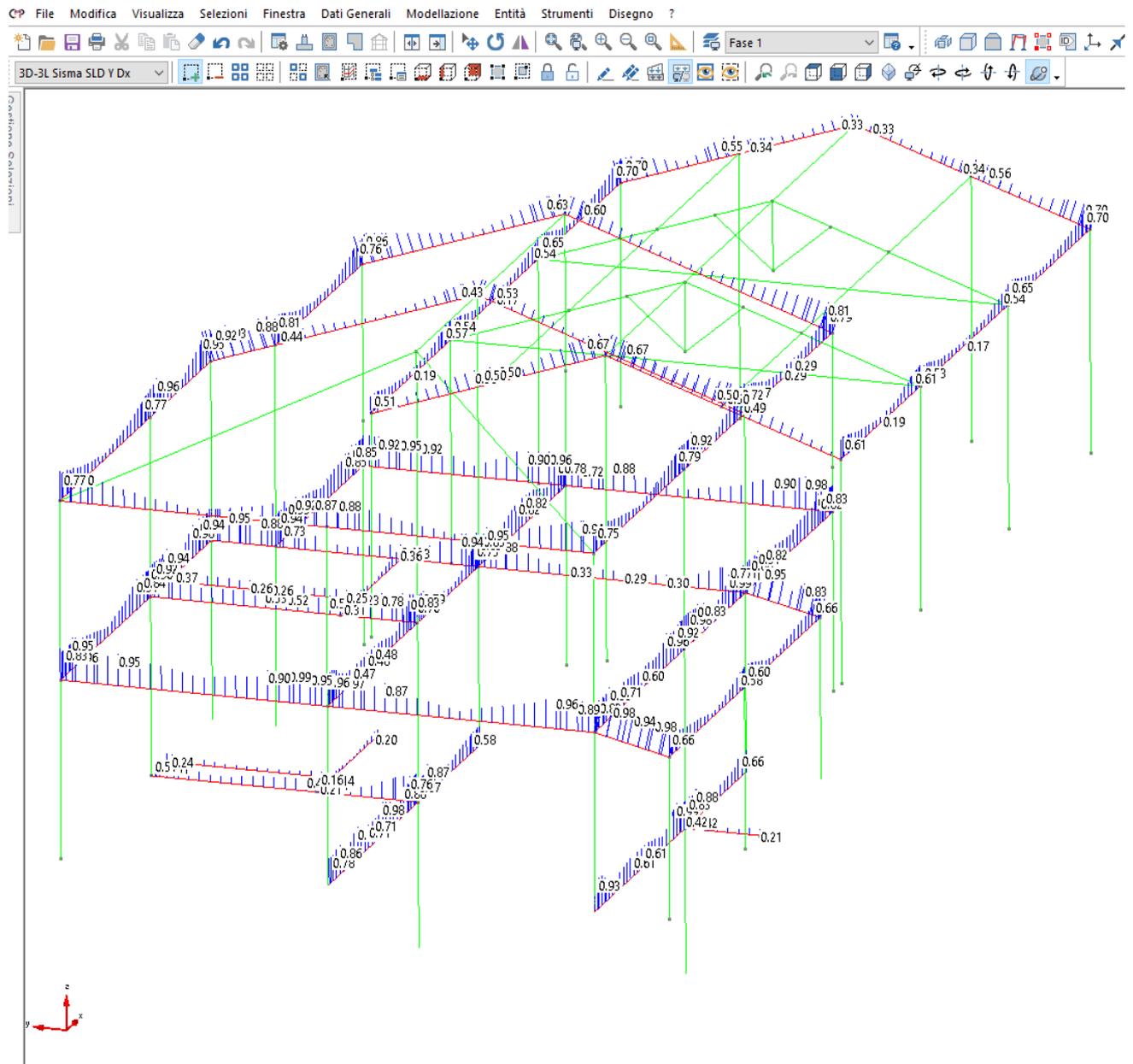


Figura 65 – Mappa delle verifiche a pressoflessione – Coefficiente di sfruttamento della sezione.

### 2.8.2.2 Taglio

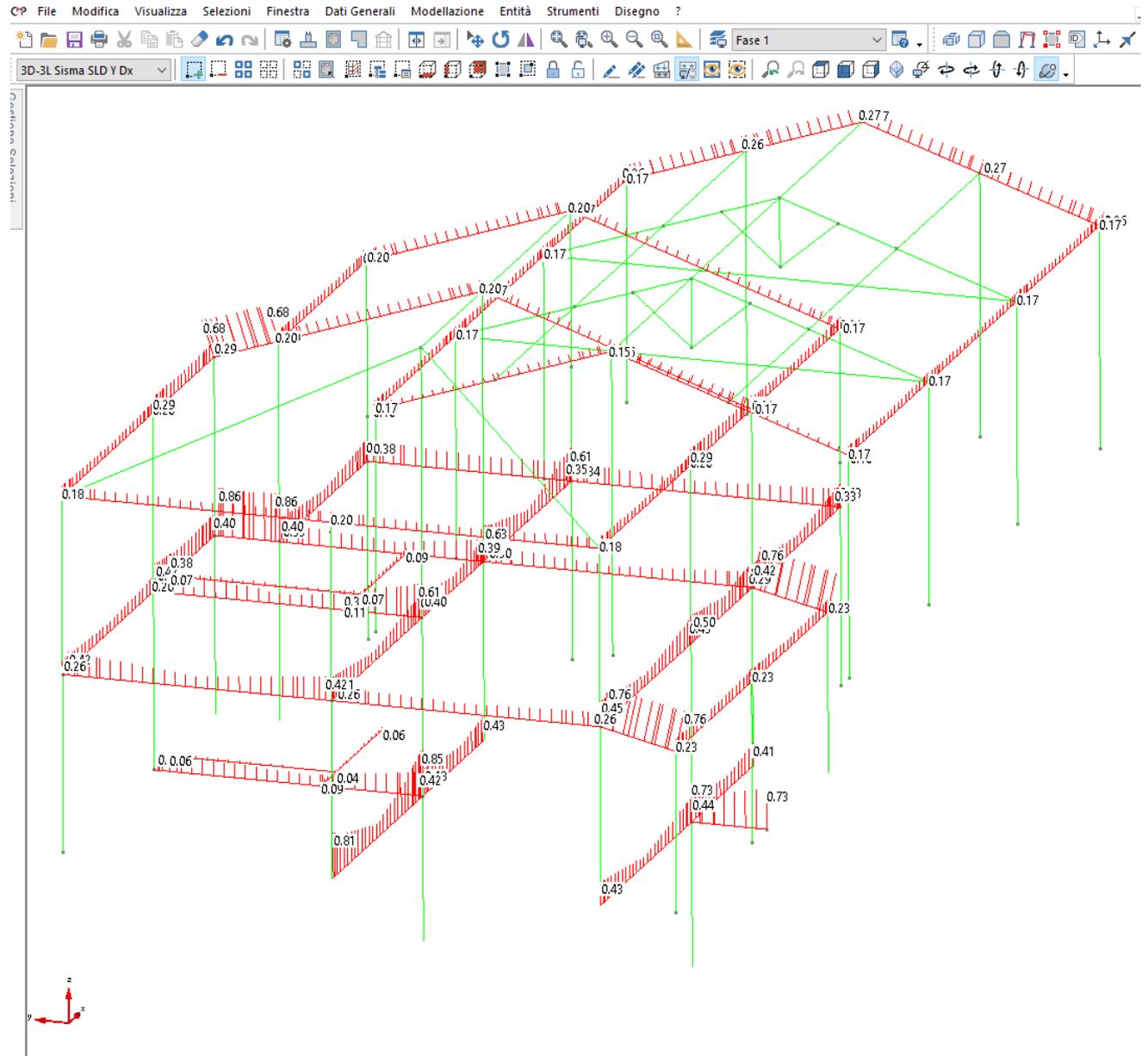


Figura 66 – Mappa delle verifiche a taglio – Coefficiente di sfruttamento della sezione.

## 2.8.1 Strutture in elevazione – Travi in legno.

### 2.8.1.1 *Pressoflessione deviate e taglio*

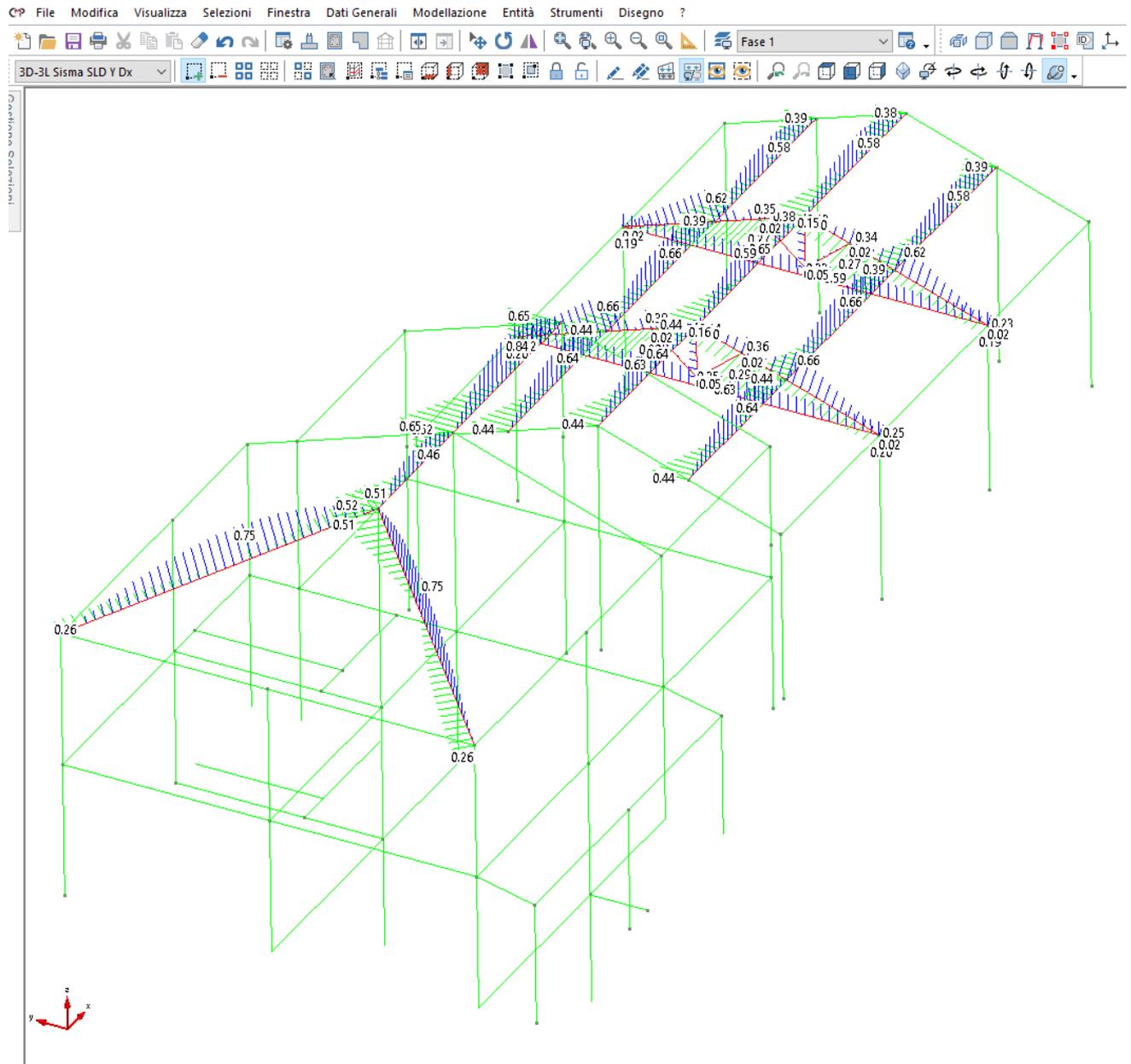
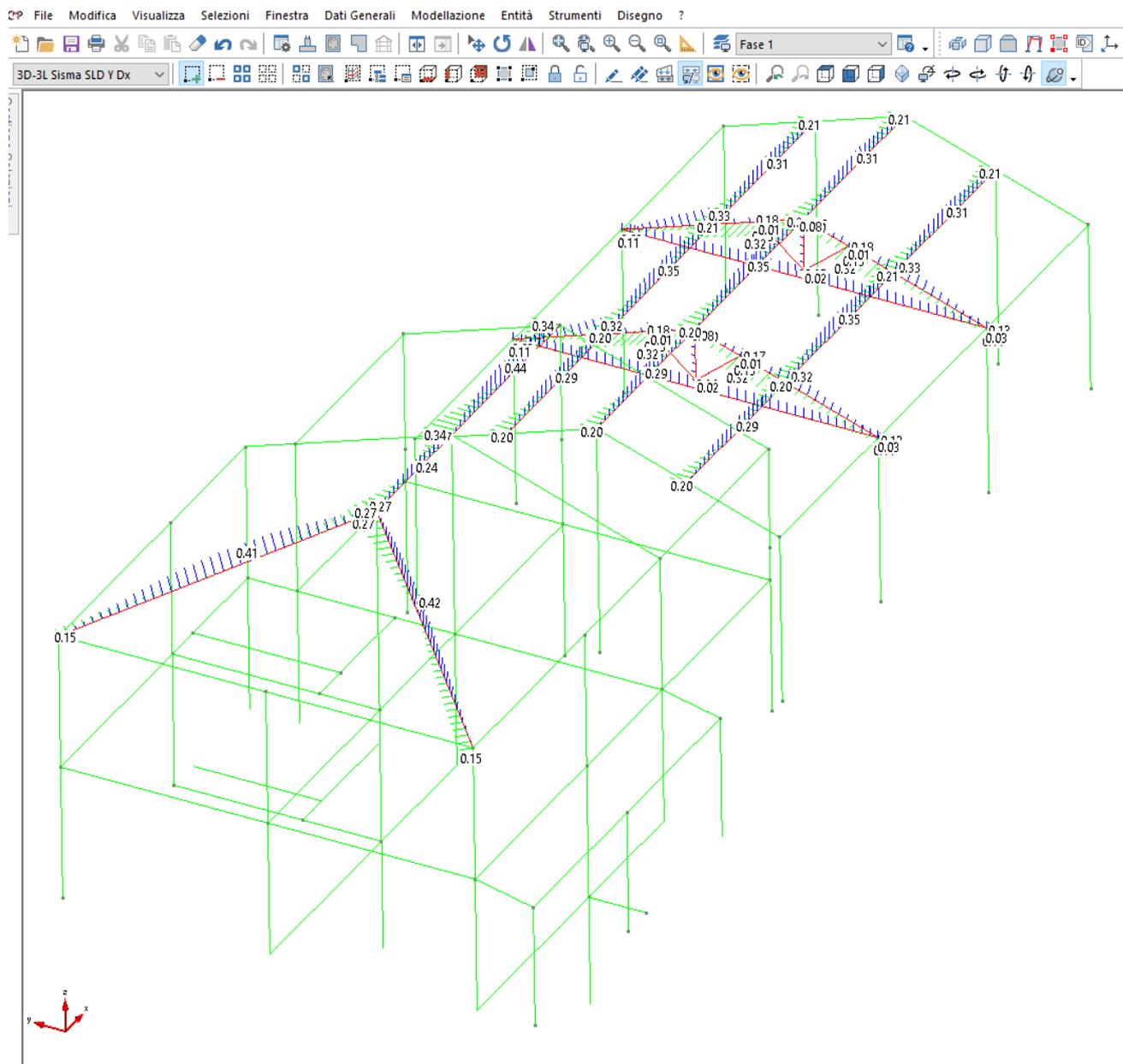
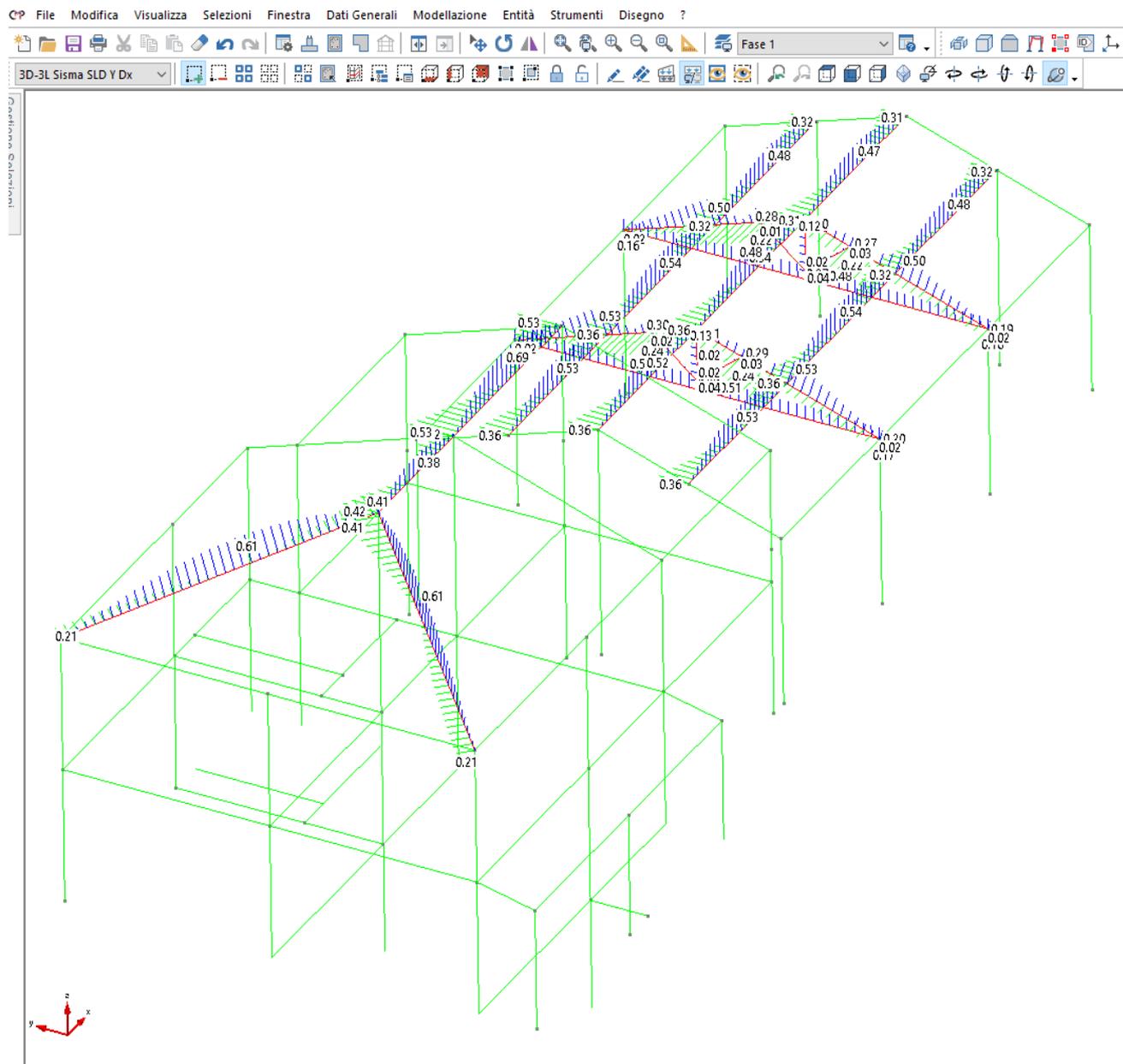


Figura 67 – Mappa delle verifiche – Coefficiente di sfruttamento della sezione – Azioni di breve durata.



**Figura 68 – Mappa delle verifiche – Coefficiente di sfruttamento della sezione – Azioni permanenti.**



**Figura 69 – Mappa delle verifiche – Coefficiente di sfruttamento della sezione – Azioni istantanee.**

### 2.8.1.2 Instabilità

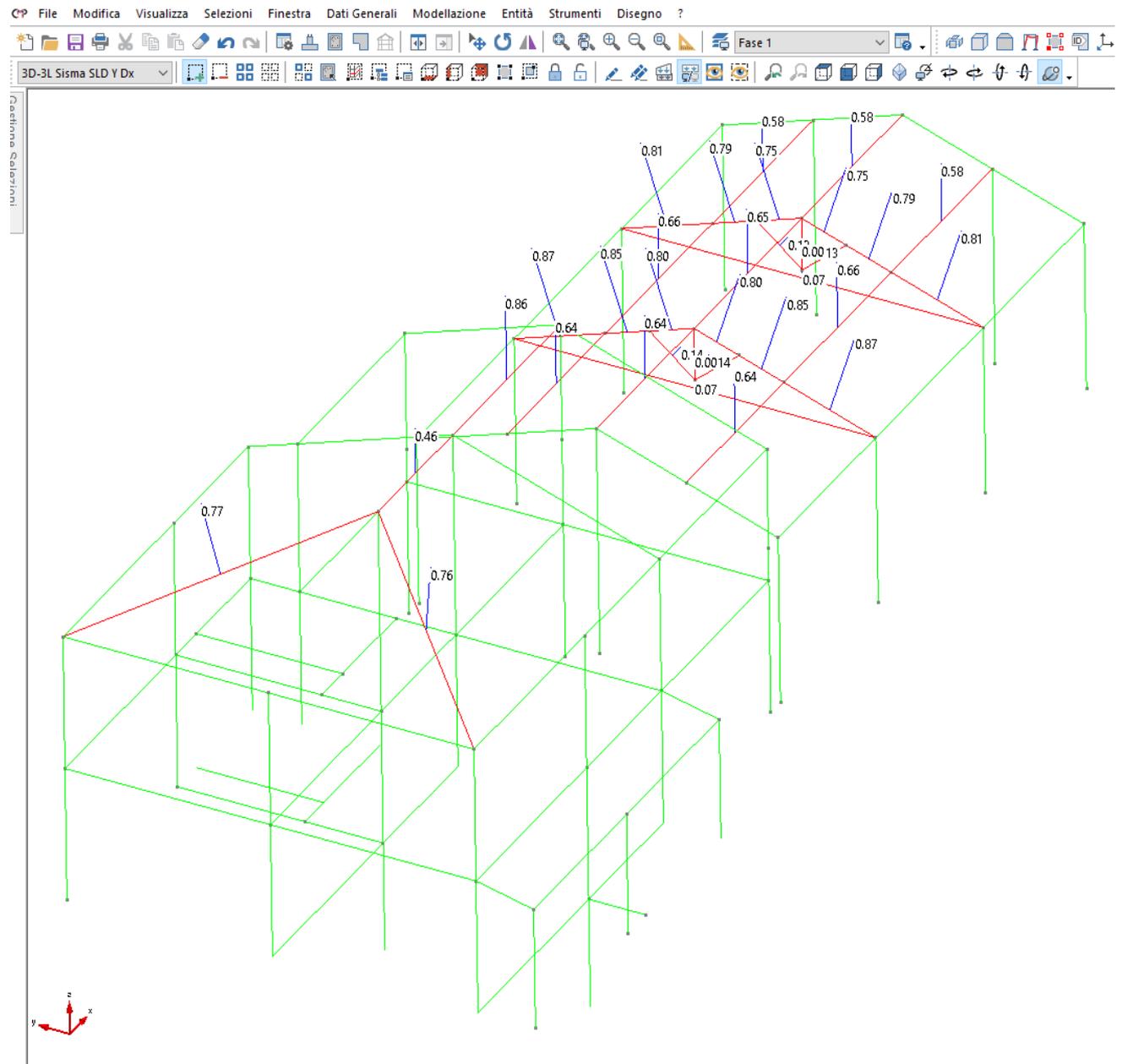


Figura 70 – Mappa delle verifiche – Coefficiente di sfruttamento della sezione – Azioni di breve durata.

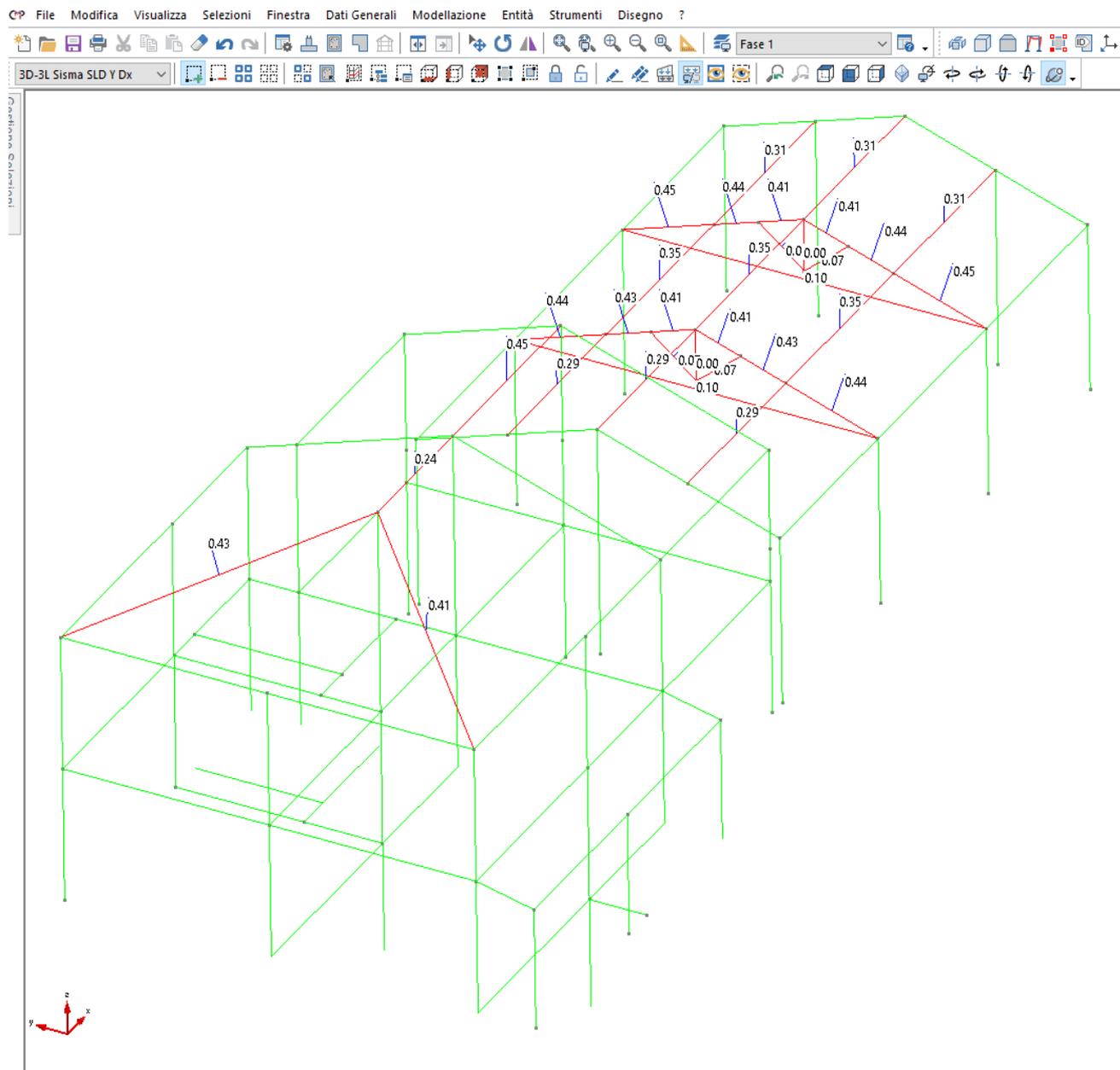


Figura 71 – Mappa delle verifiche – Coefficiente di sfruttamento della sezione – Azioni permanenti.

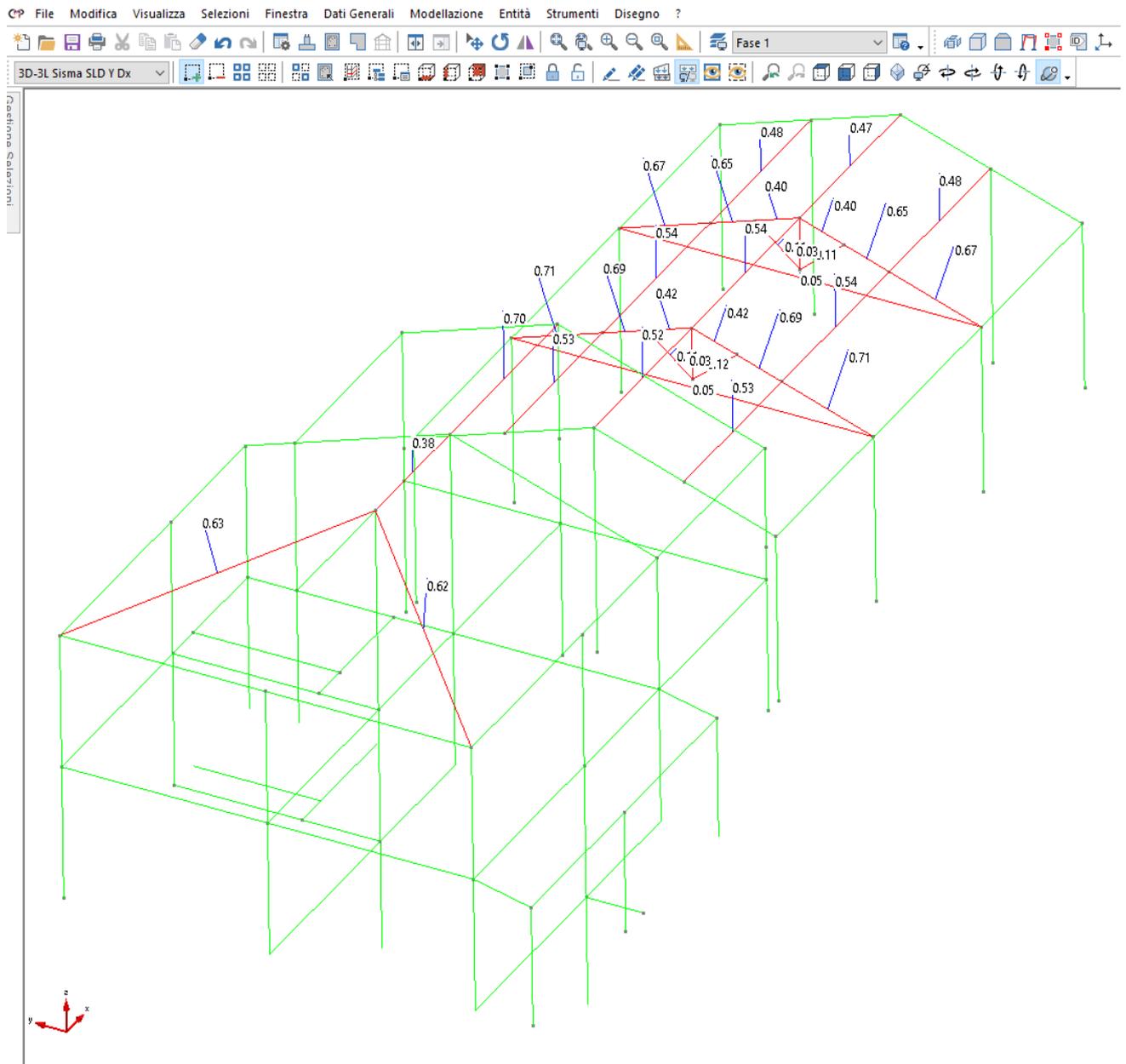


Figura 72 – Mappa delle verifiche – Coefficiente di sfruttamento della sezione – Azioni istantanee.

## 2.8.2 Strutture di fondazione

### 2.8.2.1 Pressoflessione

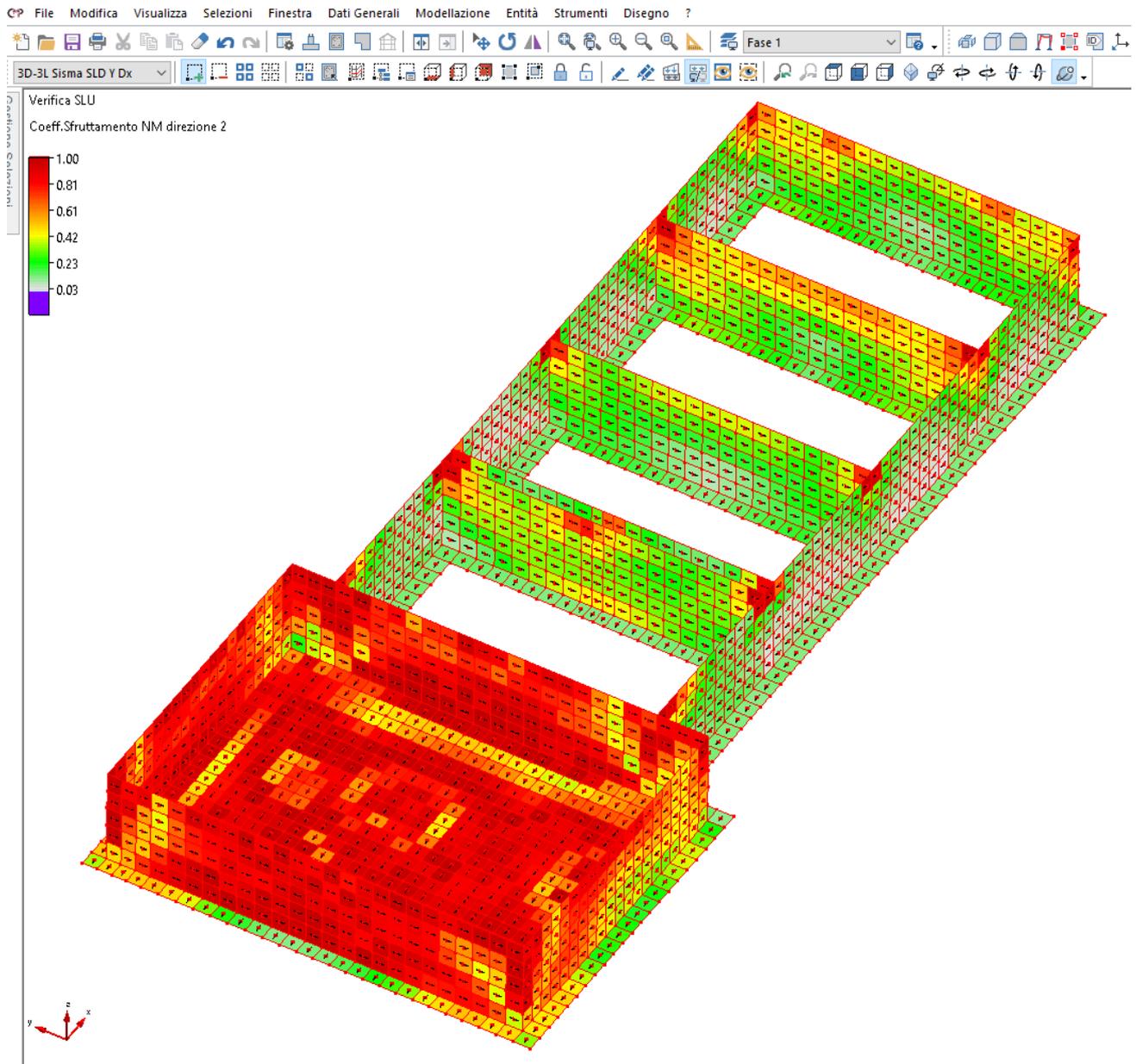
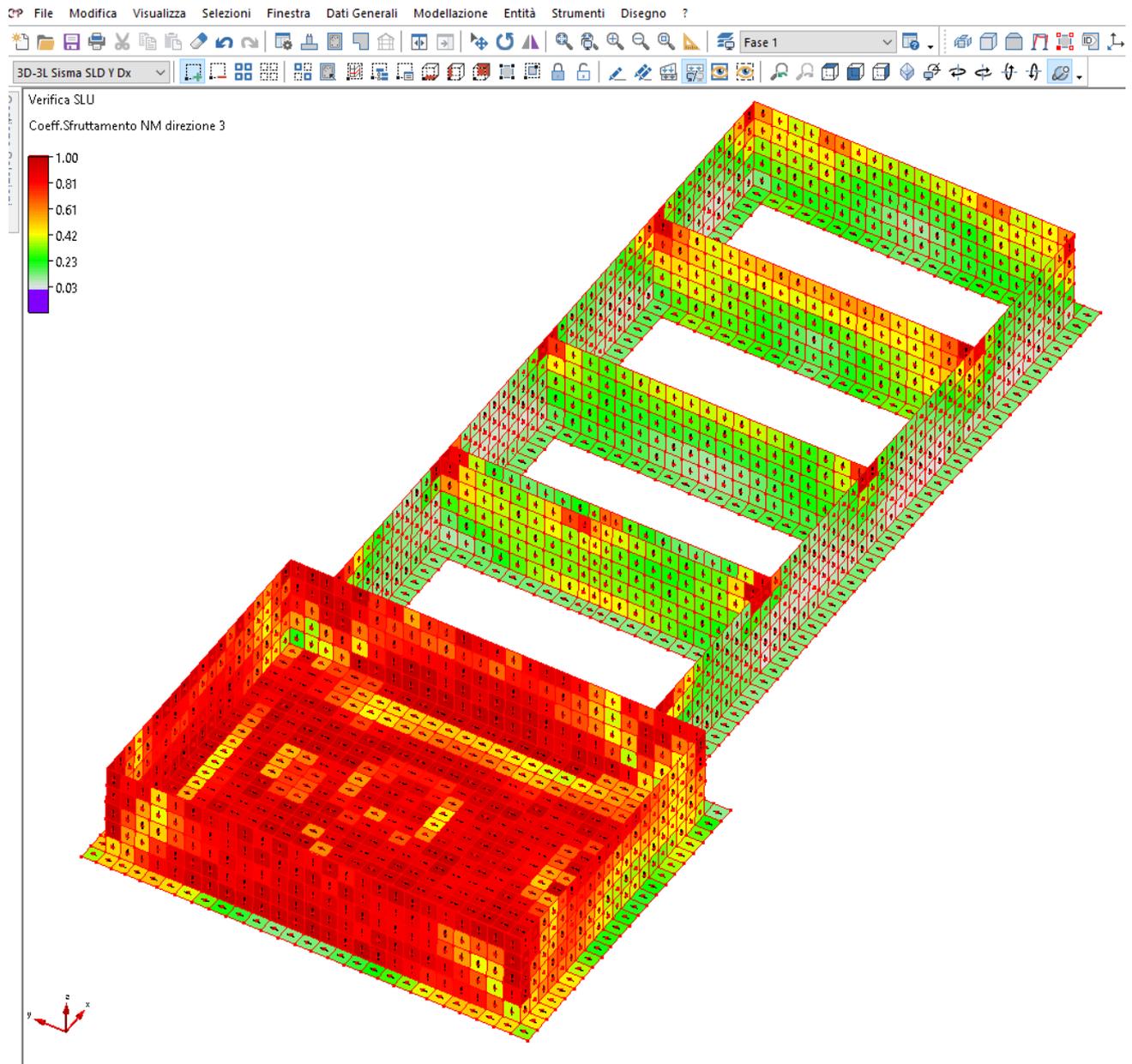


Figura 73 – Mappa delle verifiche a pressoflessione in direzione 22 – Coefficiente di sfruttamento della sezione.



**Figura 74 – Mappa delle verifiche a pressoflessione in direzione 33 – Coefficiente di sfruttamento della sezione.**

### **2.8.2.2 Verifiche di capacità portante e dei cedimenti**

Si rimanda all'allegato A per le verifiche di capacità portante e dei cedimenti.

## 2.9 Verifiche a SLE

### 2.9.1 Strutture in elevazione – Pilastri in c.a.

#### 2.9.1.1 Verifiche alle tensioni

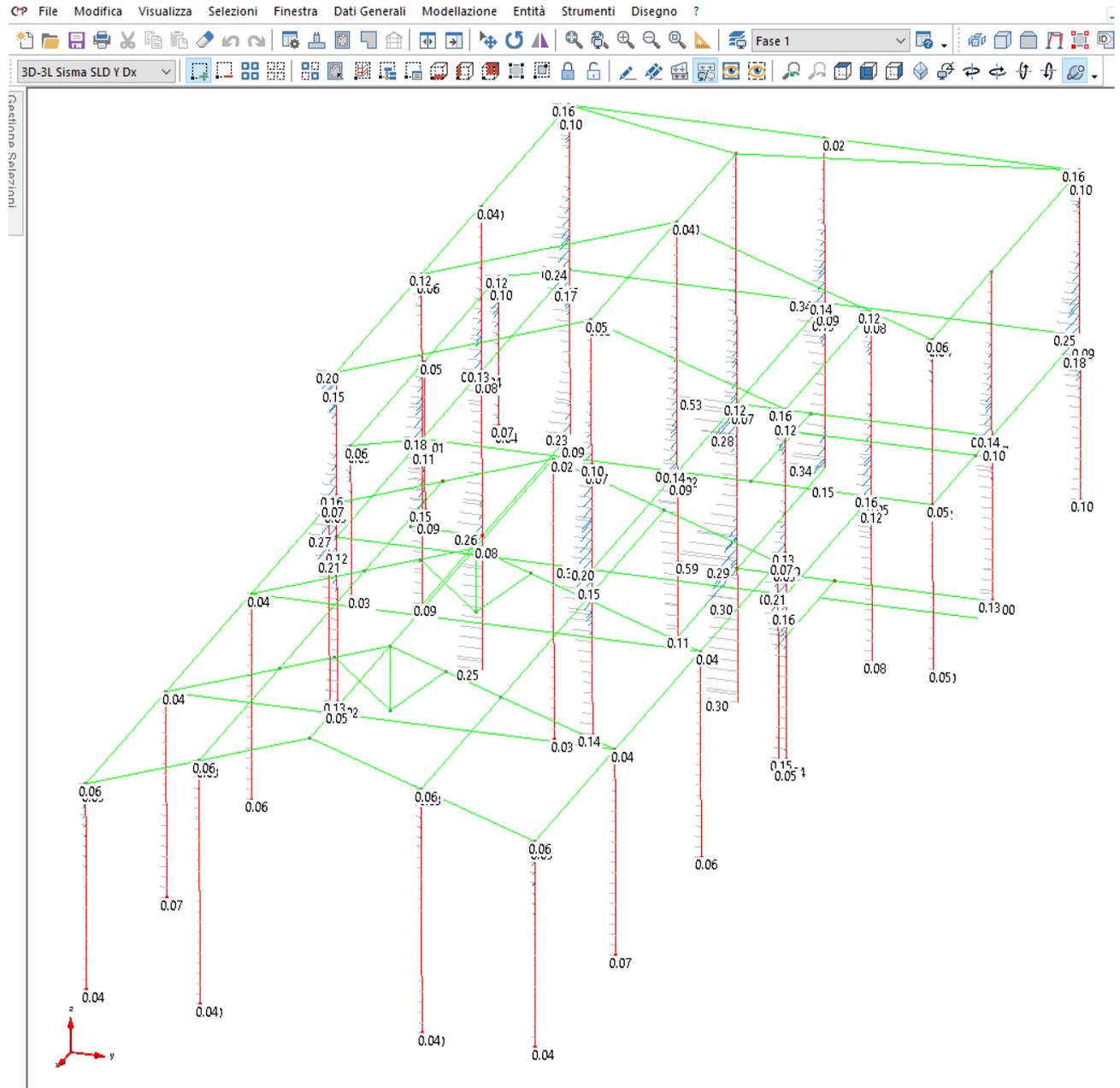
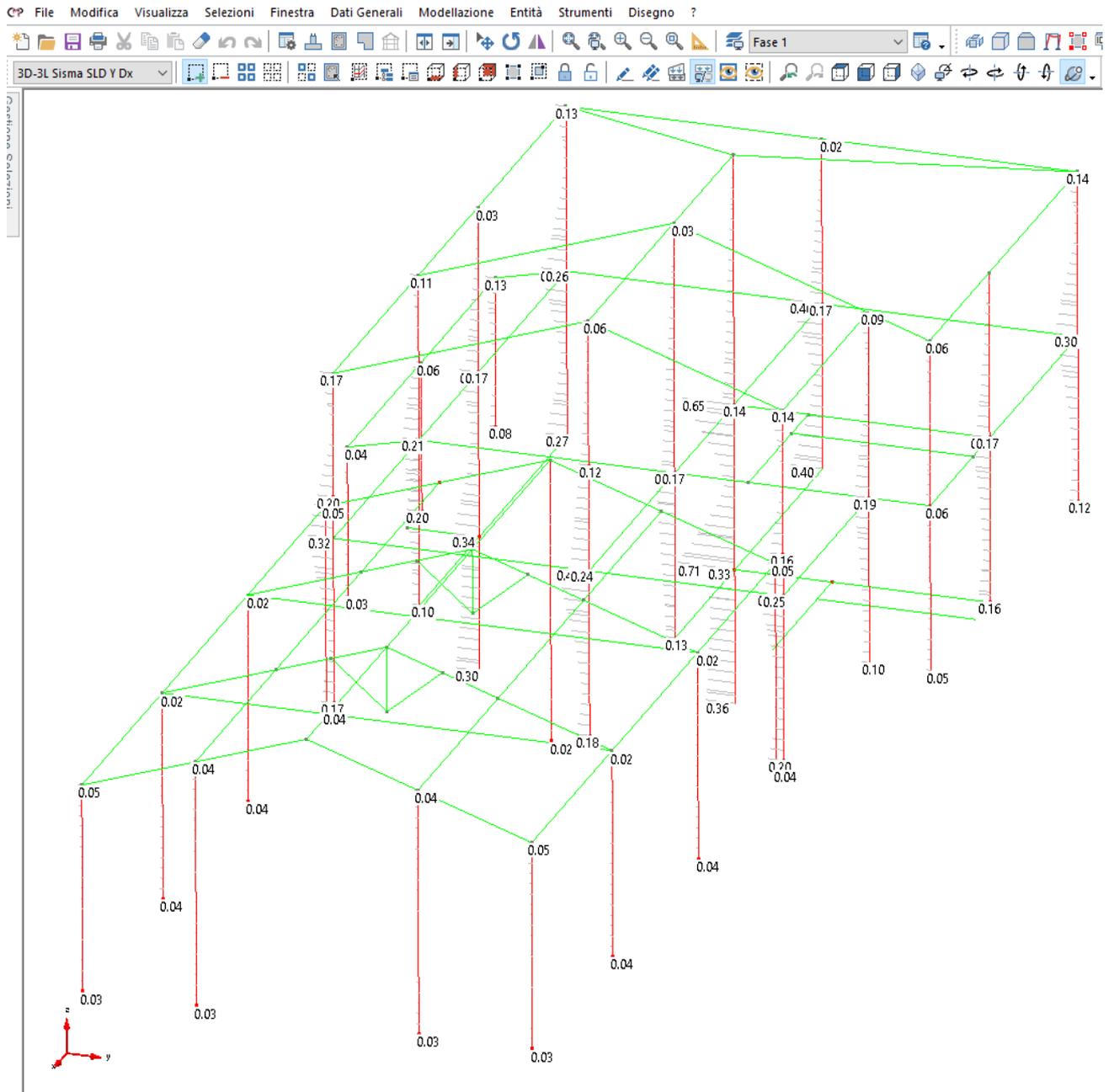


Figura 75 – SLE RARA – Tensioni calcestruzzo e acciaio- Coefficiente di sfruttamento.



**Figura 76 – SLE QUASI PERMANENTE – Tensioni calcestruzzo - Coefficiente di sfruttamento.**

### 2.9.1.2 Verifiche a fessurazione

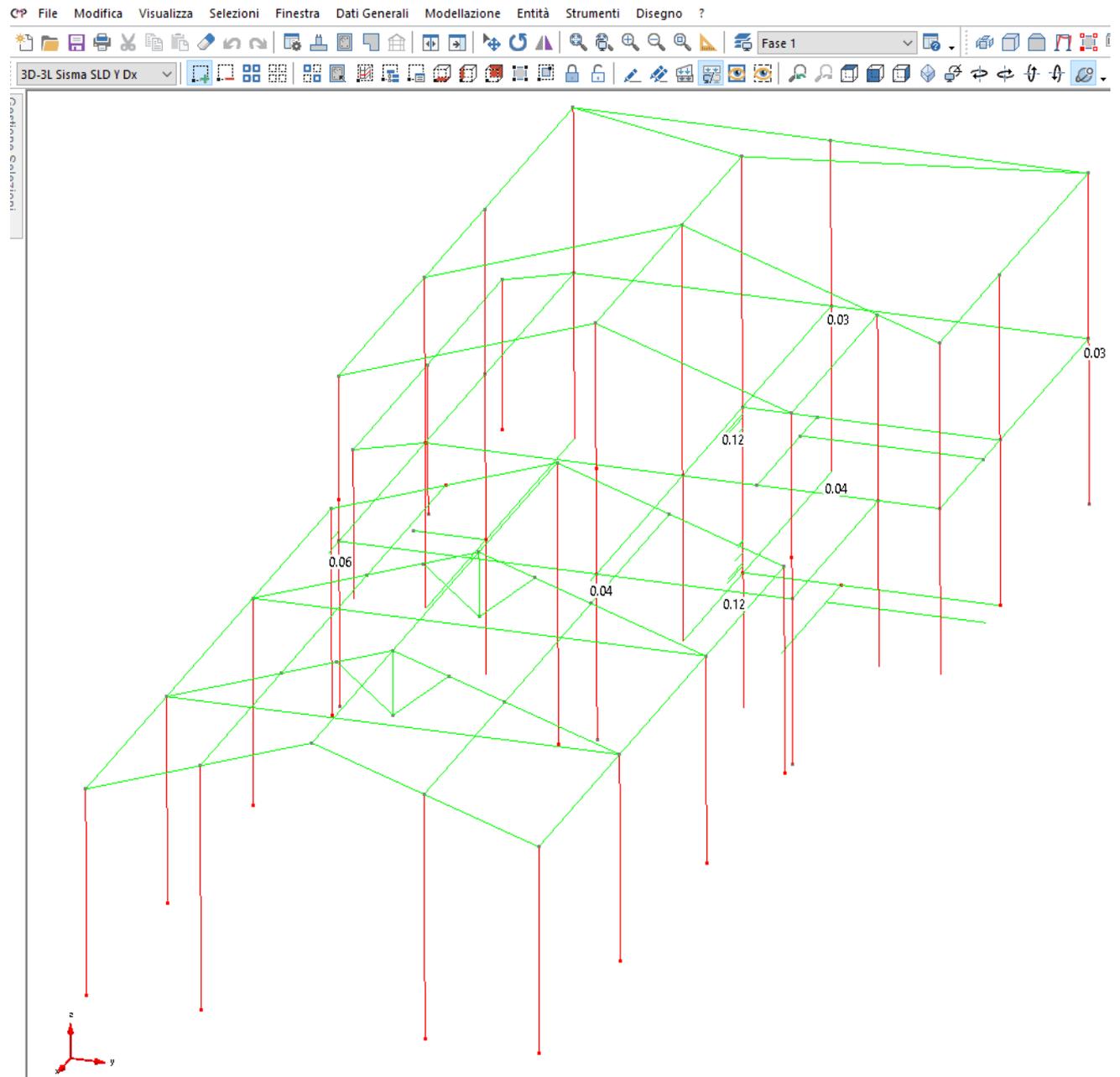


Figura 77 – SLE FREQUENTE – Apertura delle fessure - Coefficiente di sfruttamento.

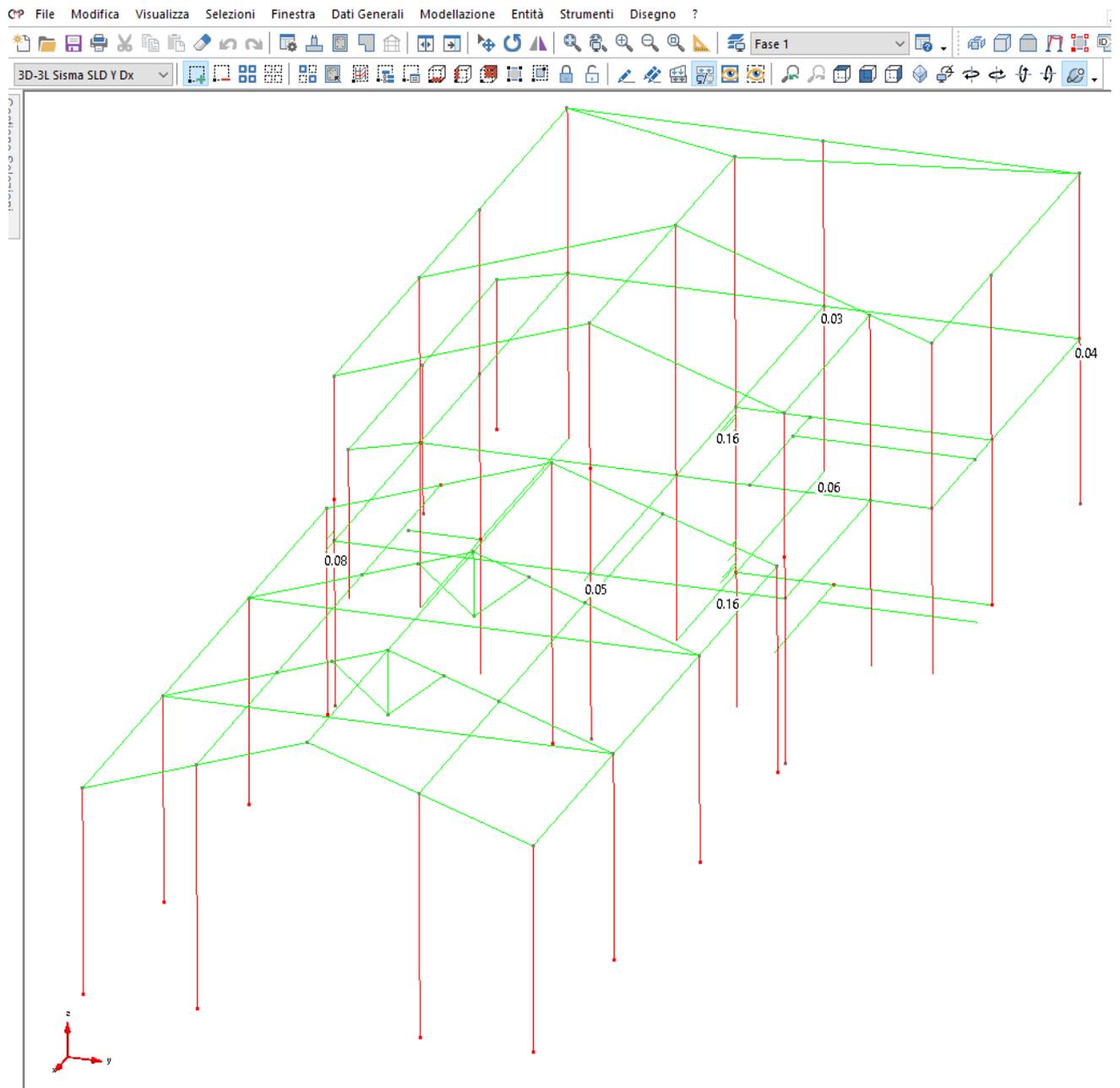


Figura 78 – SLE QP – Apertura delle fessure - Coefficiente di sfruttamento.

### 2.9.1.3 Verifiche degli elementi strutturali in termini di contenimento del danno agli elementi non strutturali (§7.3.7.2)

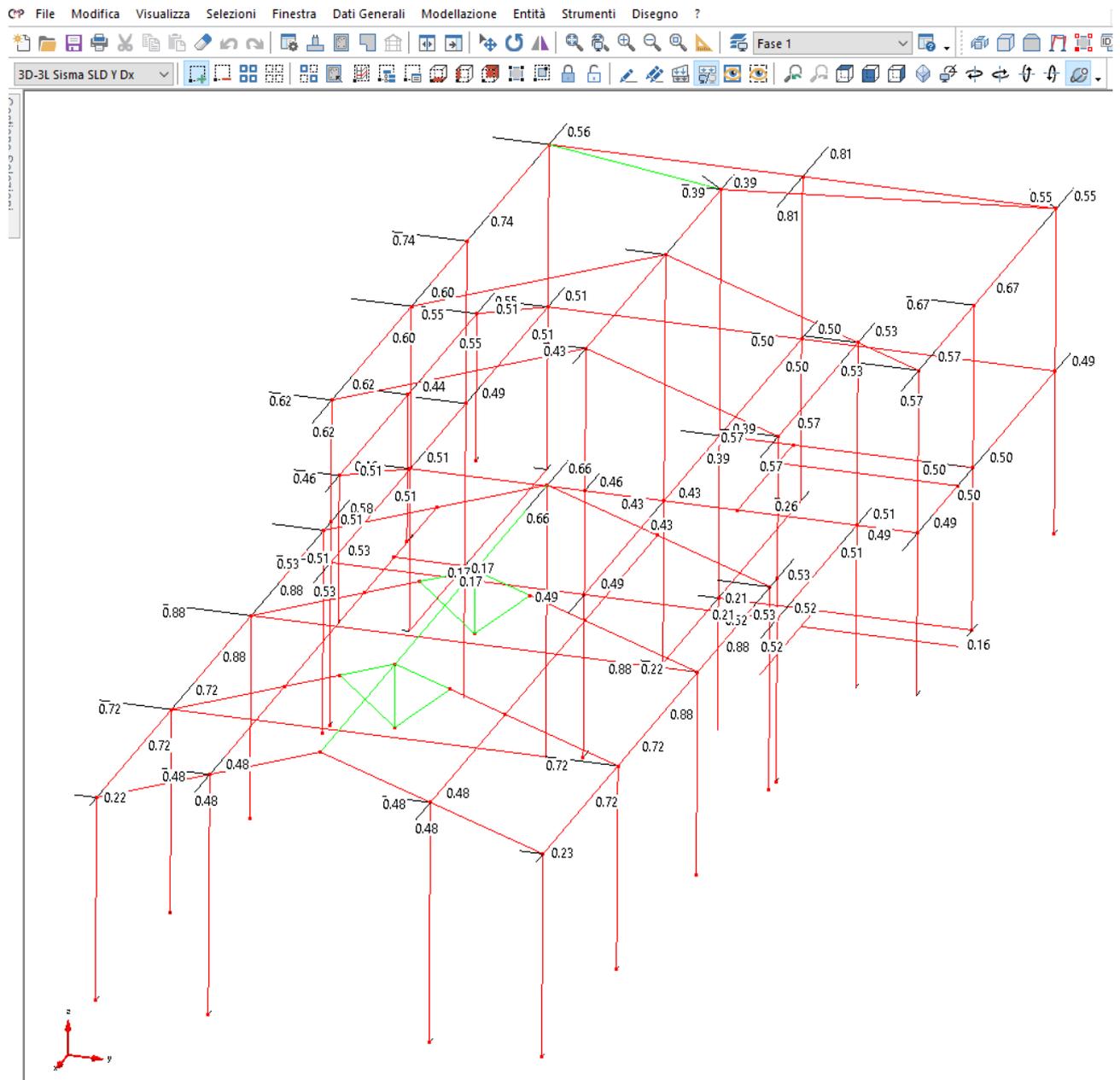


Figura 79 – Deformazioni relative a  $SLD < 0,005 h$  – Coefficiente di sfruttamento.

## 2.9.2 Strutture in elevazione – Travi in c.a.

### 2.9.2.1 Verifiche alle tensioni

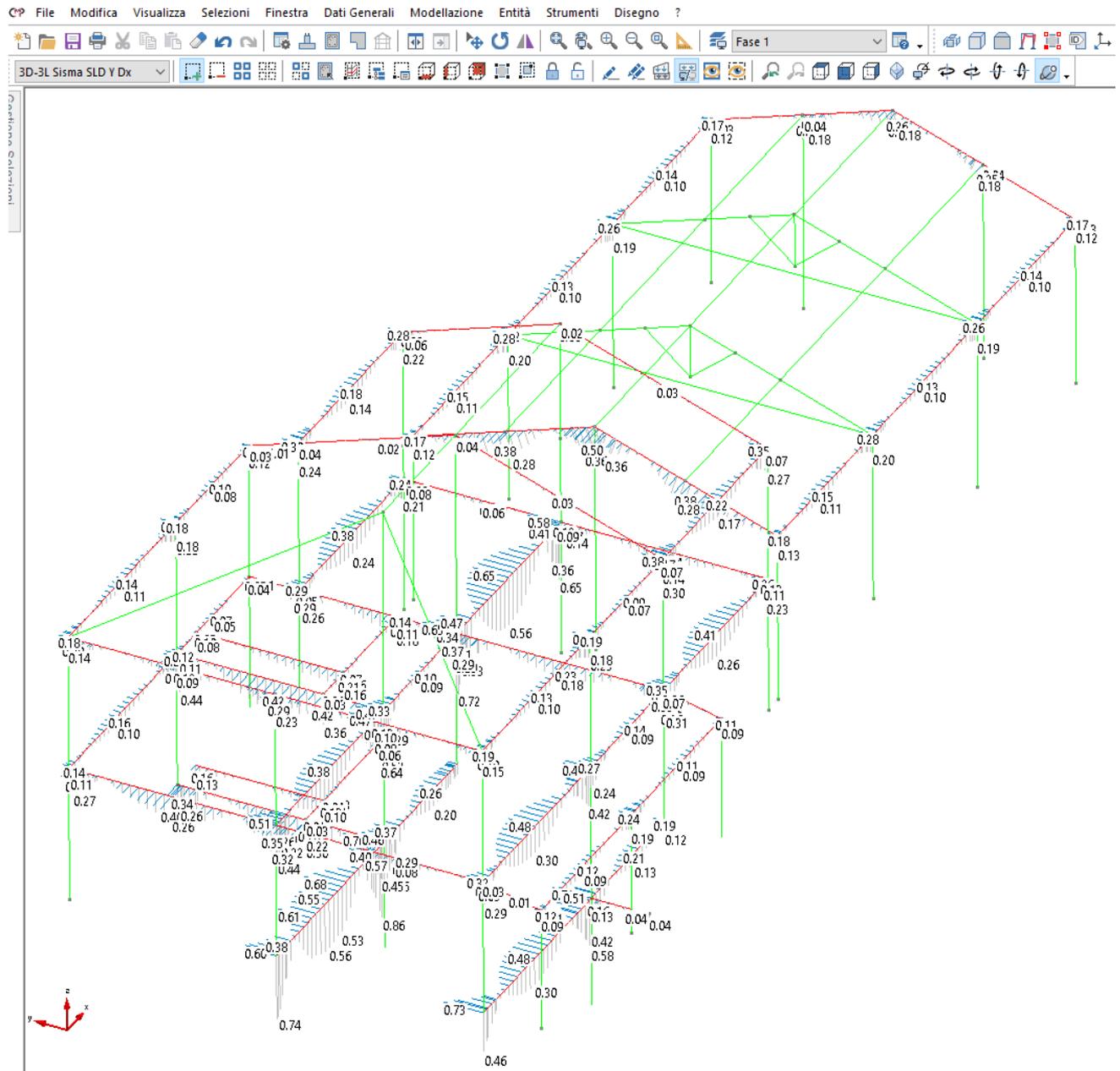
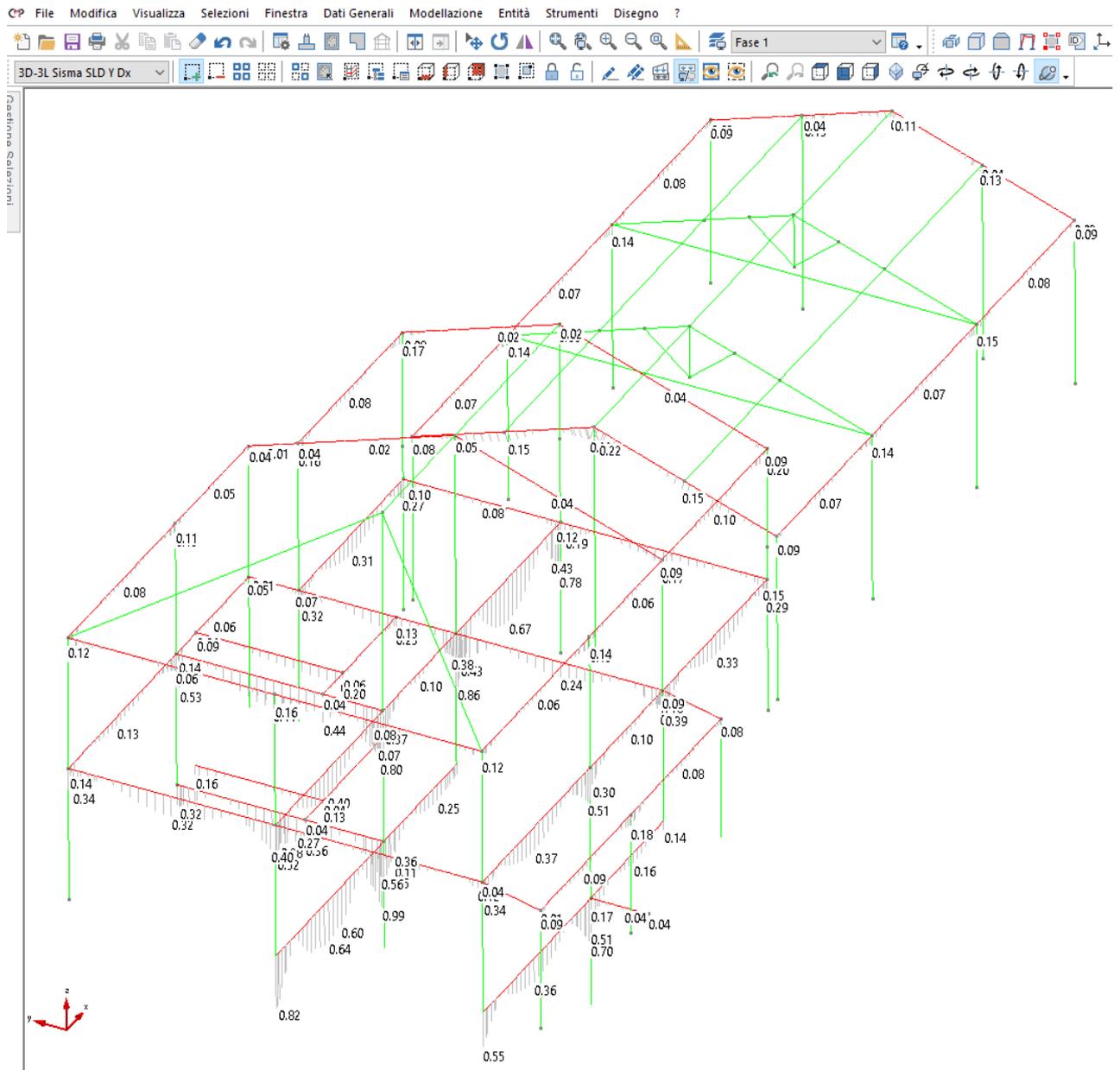


Figura 80 – SLE RARA – Tensioni calcestruzzo e acciaio- Coefficiente di sfruttamento.



**Figura 81 – SLE QUASI PERMANENTE – Tensioni calcestruzzo - Coefficiente di sfruttamento.**

### 2.9.2.2 Verifiche a fessurazione

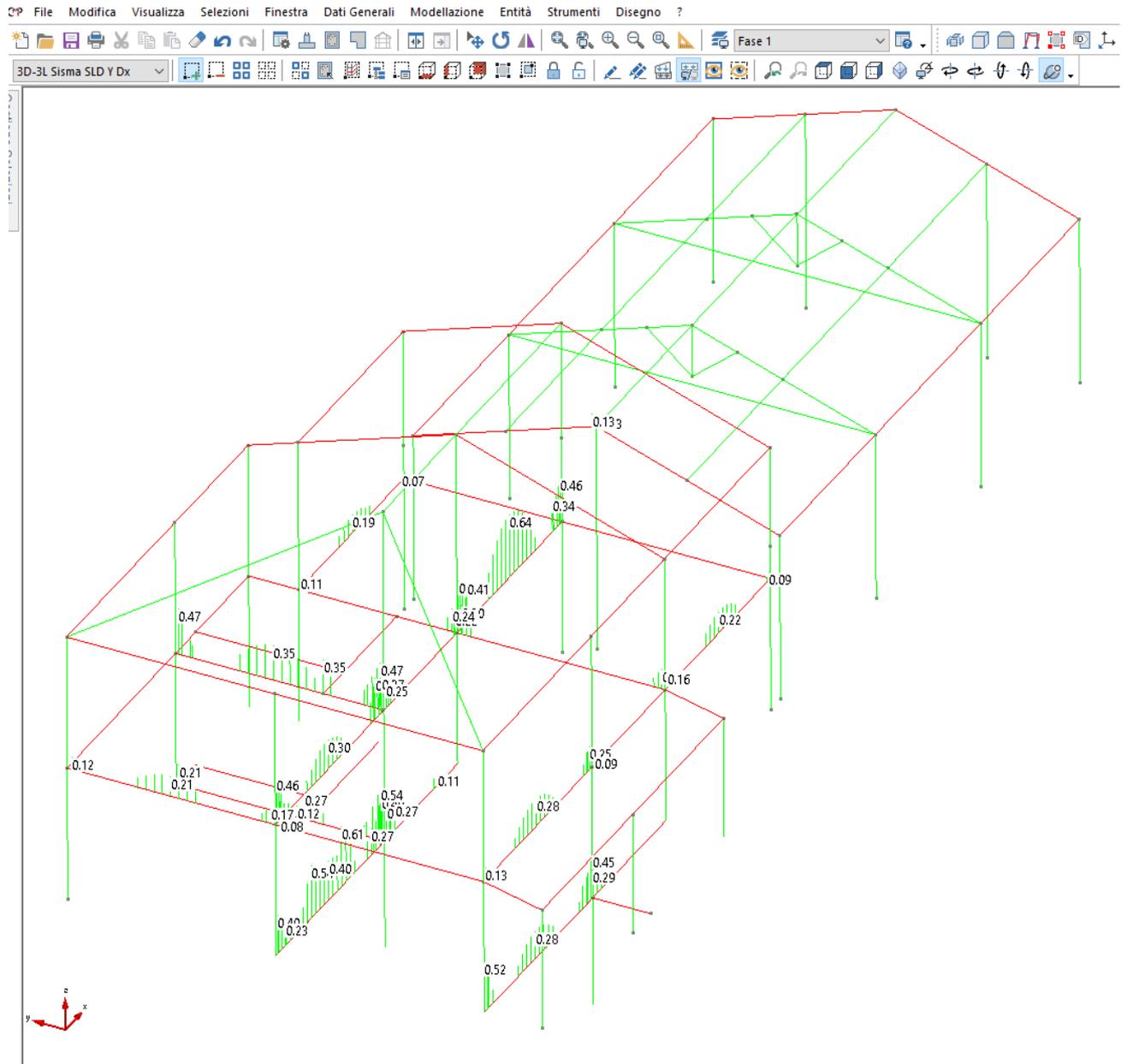
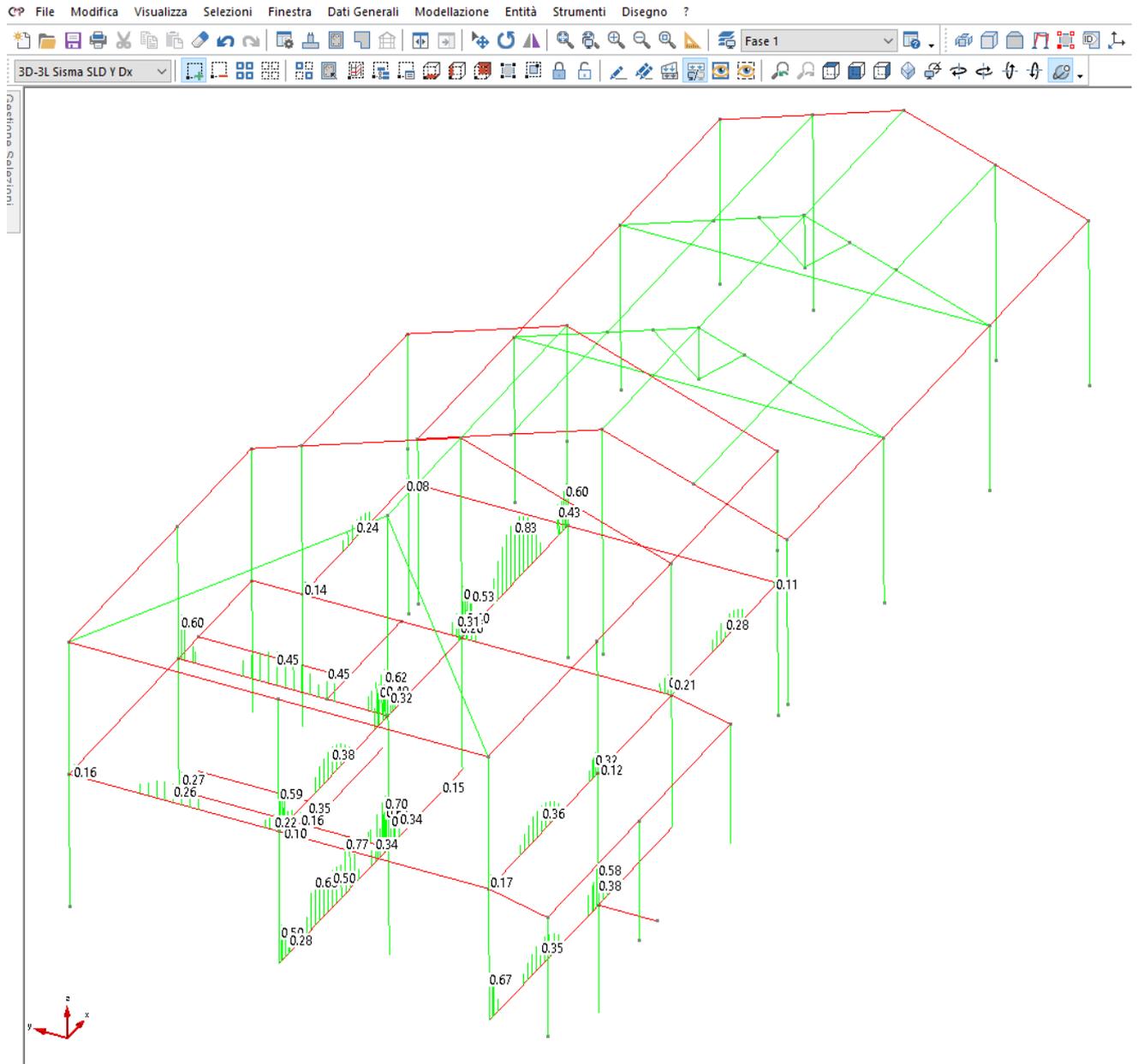


Figura 82 – SLE FREQUENTE – Apertura delle fessure - Coefficiente di sfruttamento.



**Figura 83 – SLE QUASI PERMANENTE – Apertura delle fessure - Coefficiente di sfruttamento.**

## 2.9.3 Strutture di fondazione

### 2.9.3.1 *Verifiche alle tensioni*

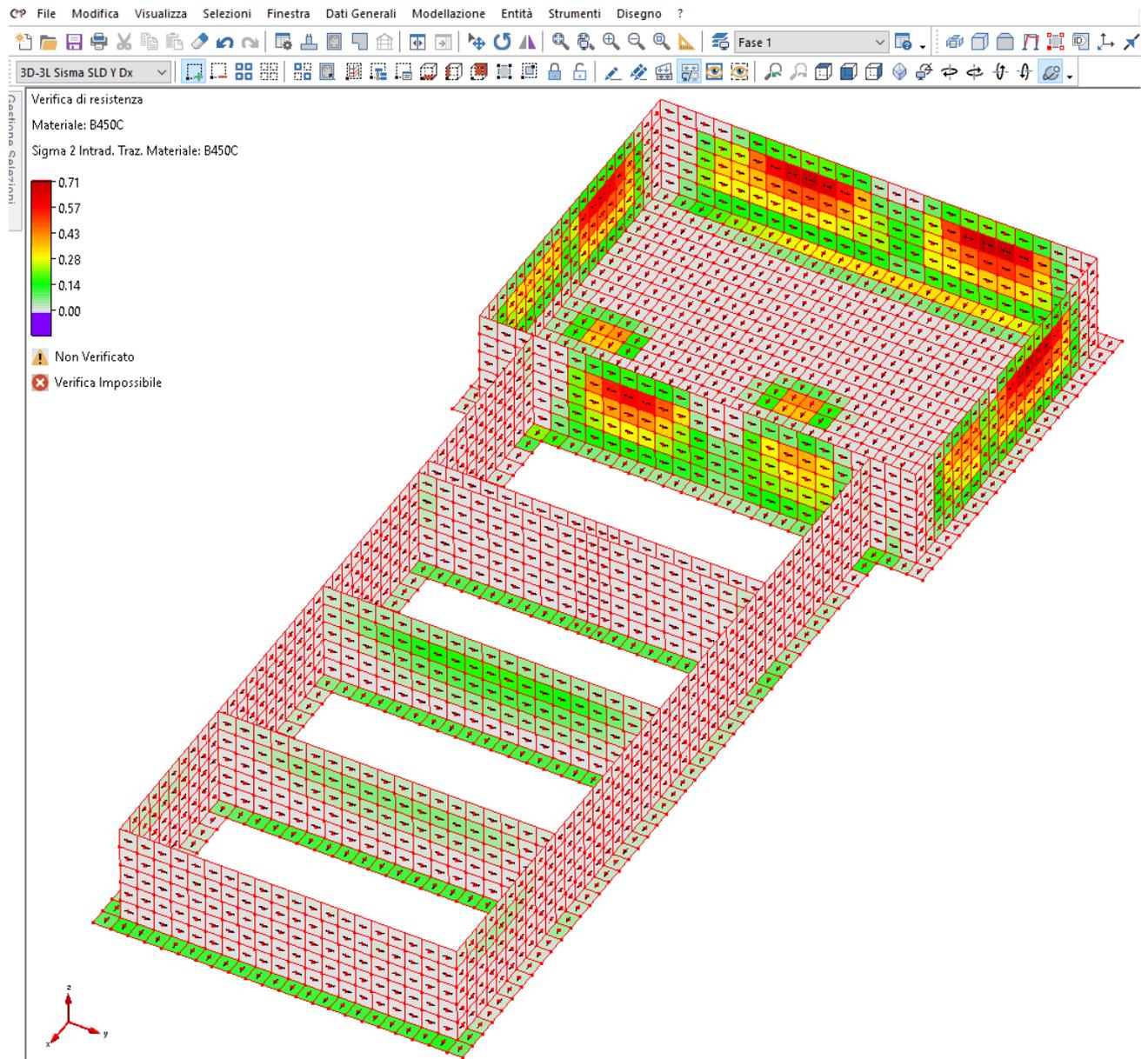


Figura 84 – SLE RARA – Tensioni acciaio- Coefficiente di sfruttamento.

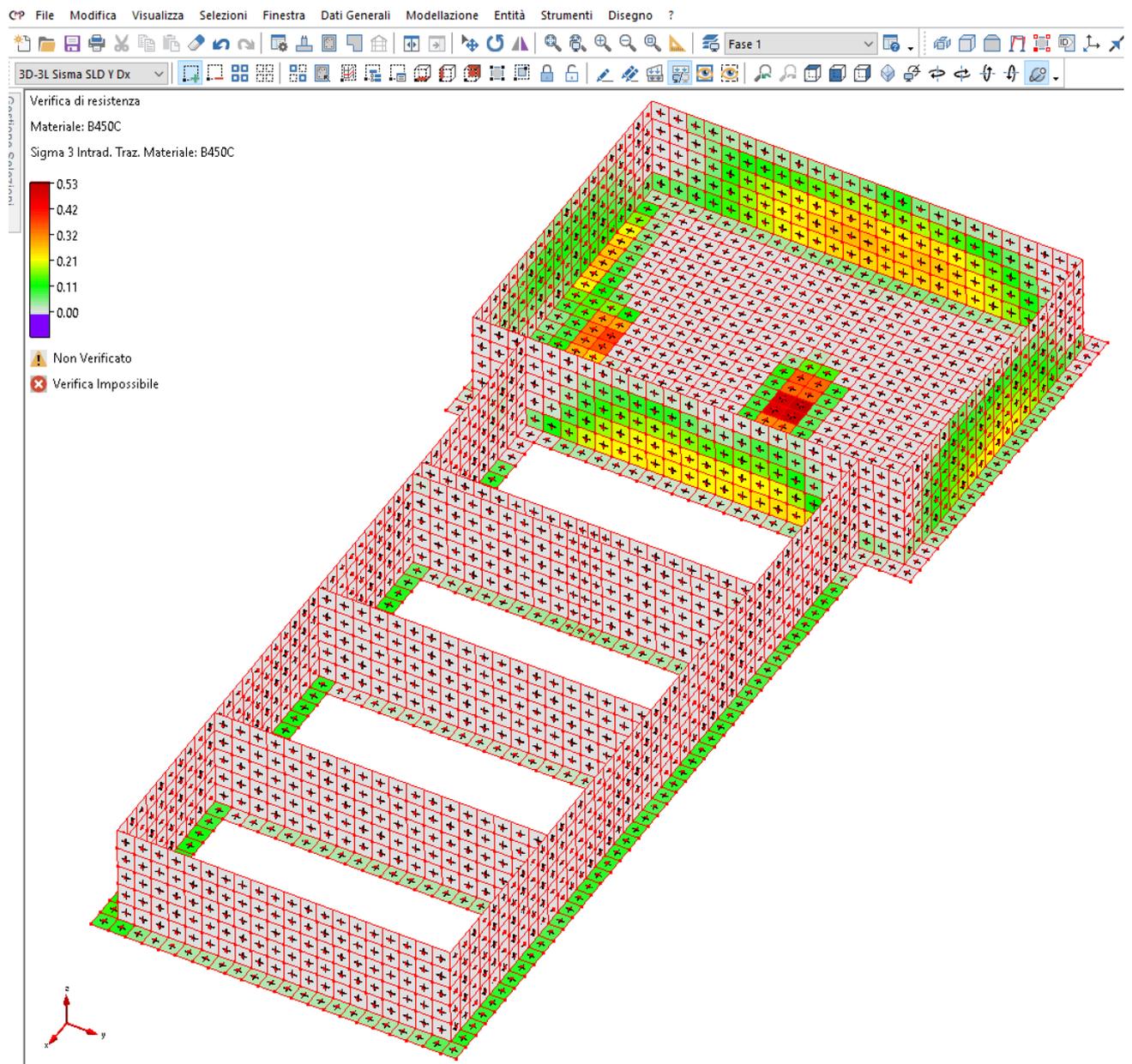
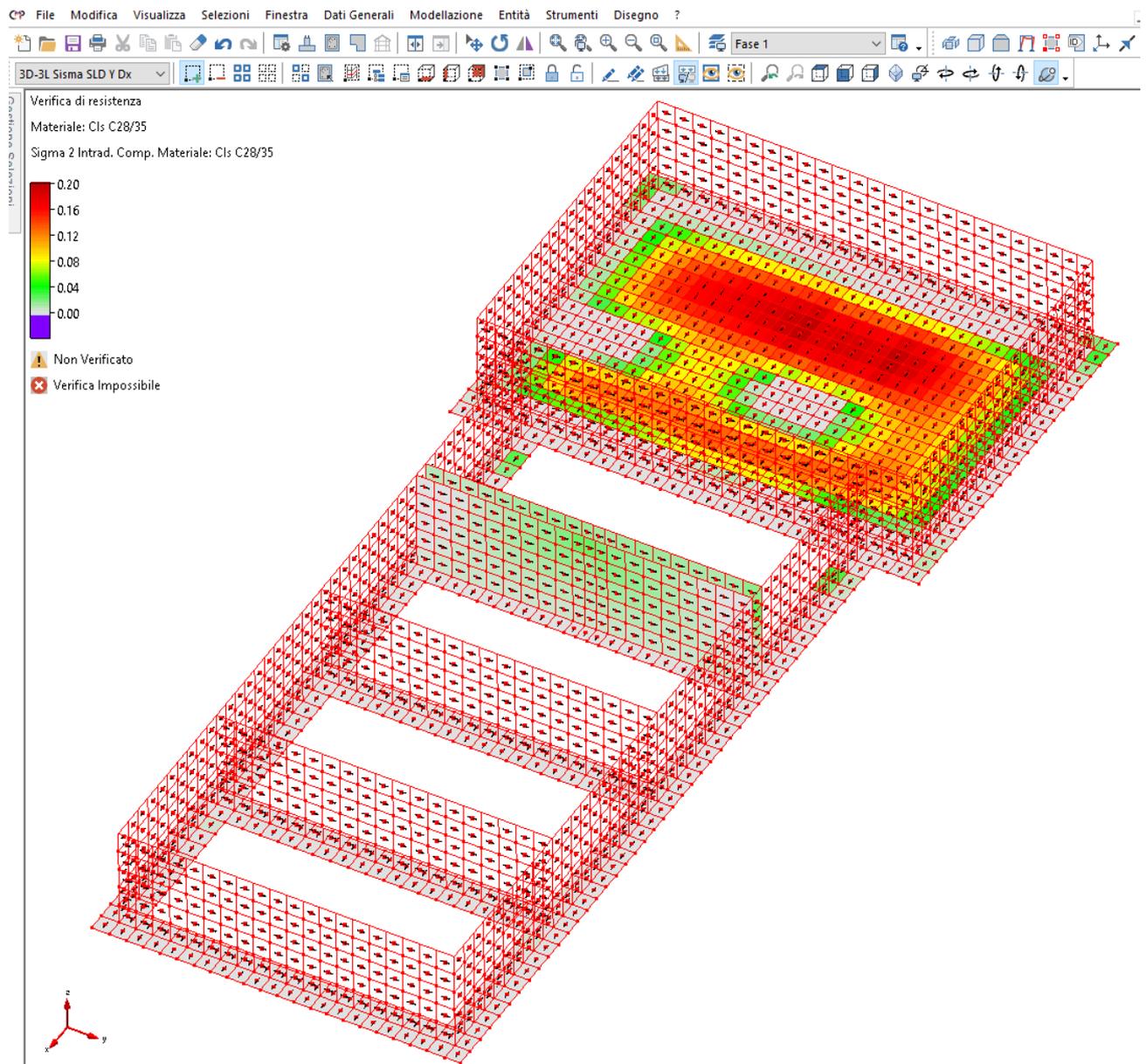


Figura 85 – SLE RARA – Tensioni acciaio- Coefficiente di sfruttamento.



**Figura 86 – SLE RARA – Tensioni calcestruzzo- Coefficiente di sfruttamento.**

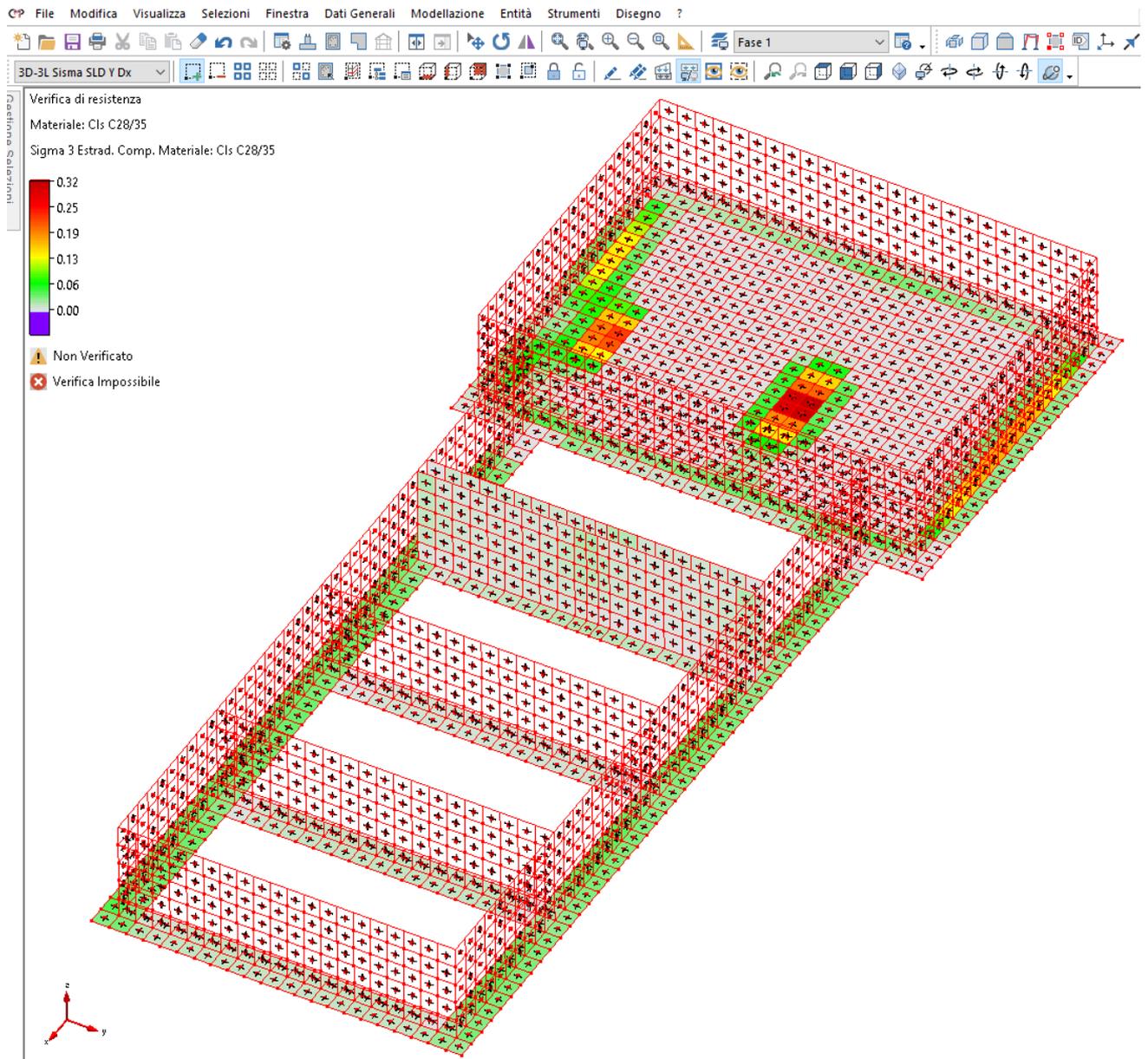
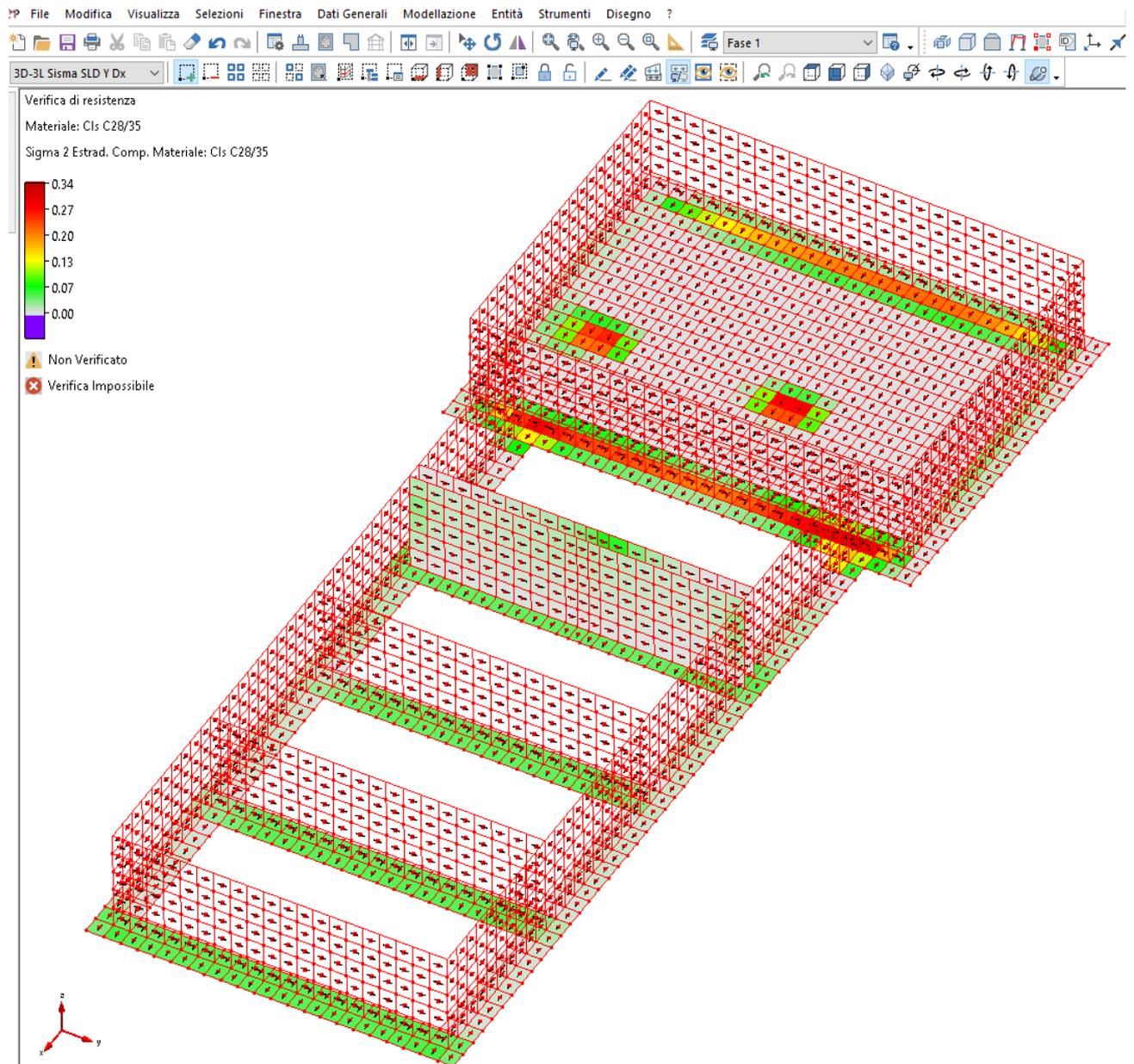


Figura 87 – SLE RARA – Tensioni calcestruzzo- Coefficiente di sfruttamento.



**Figura 88 – SLE QUASI PERMANENTE – Tensioni calcestruzzo - Coefficiente di sfruttamento.**

### 2.9.3.2 Verifiche a fessurazione

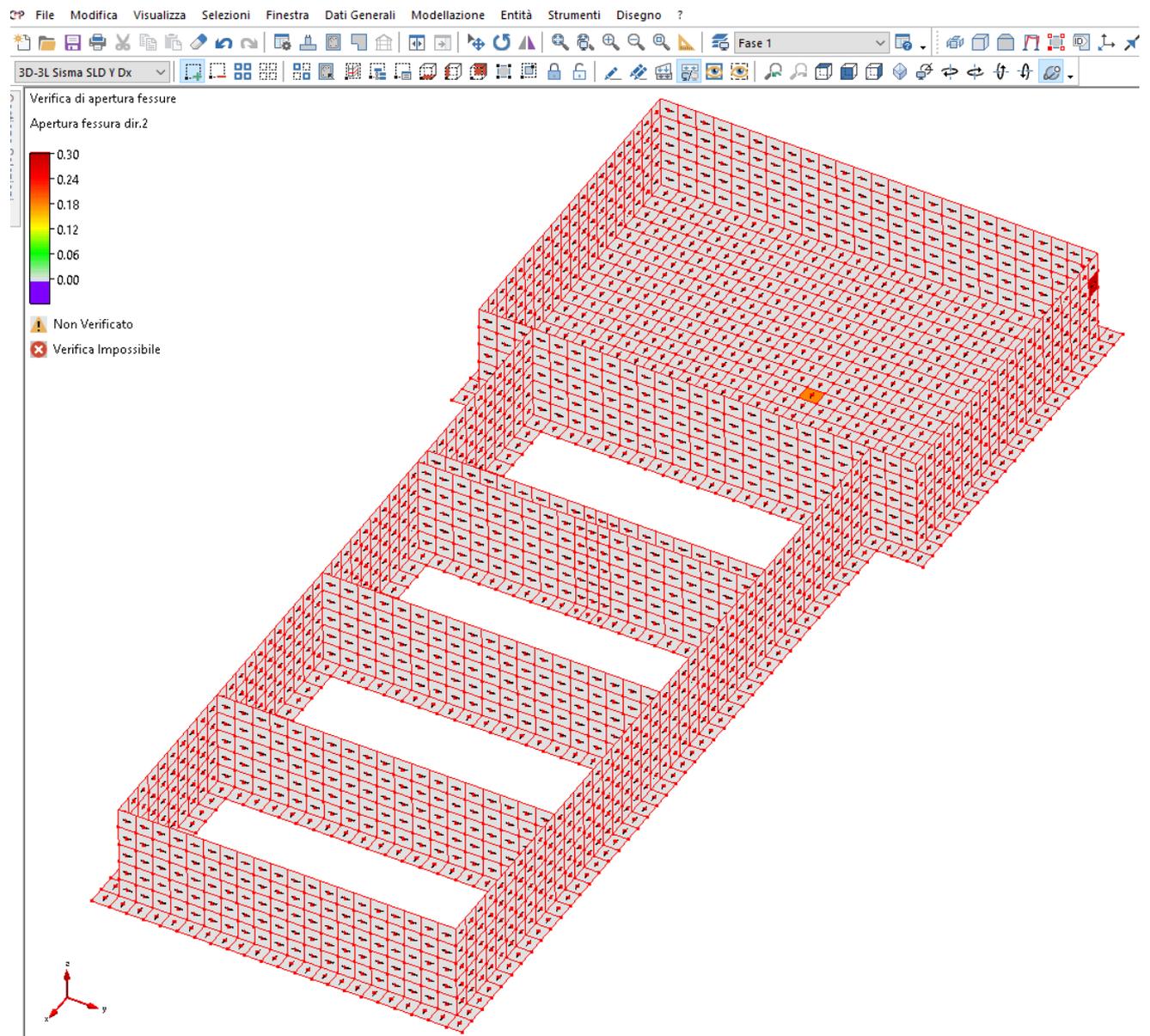


Figura 89 – SLE FREQUENTE – Apertura delle fessure - Coefficiente di sfruttamento.

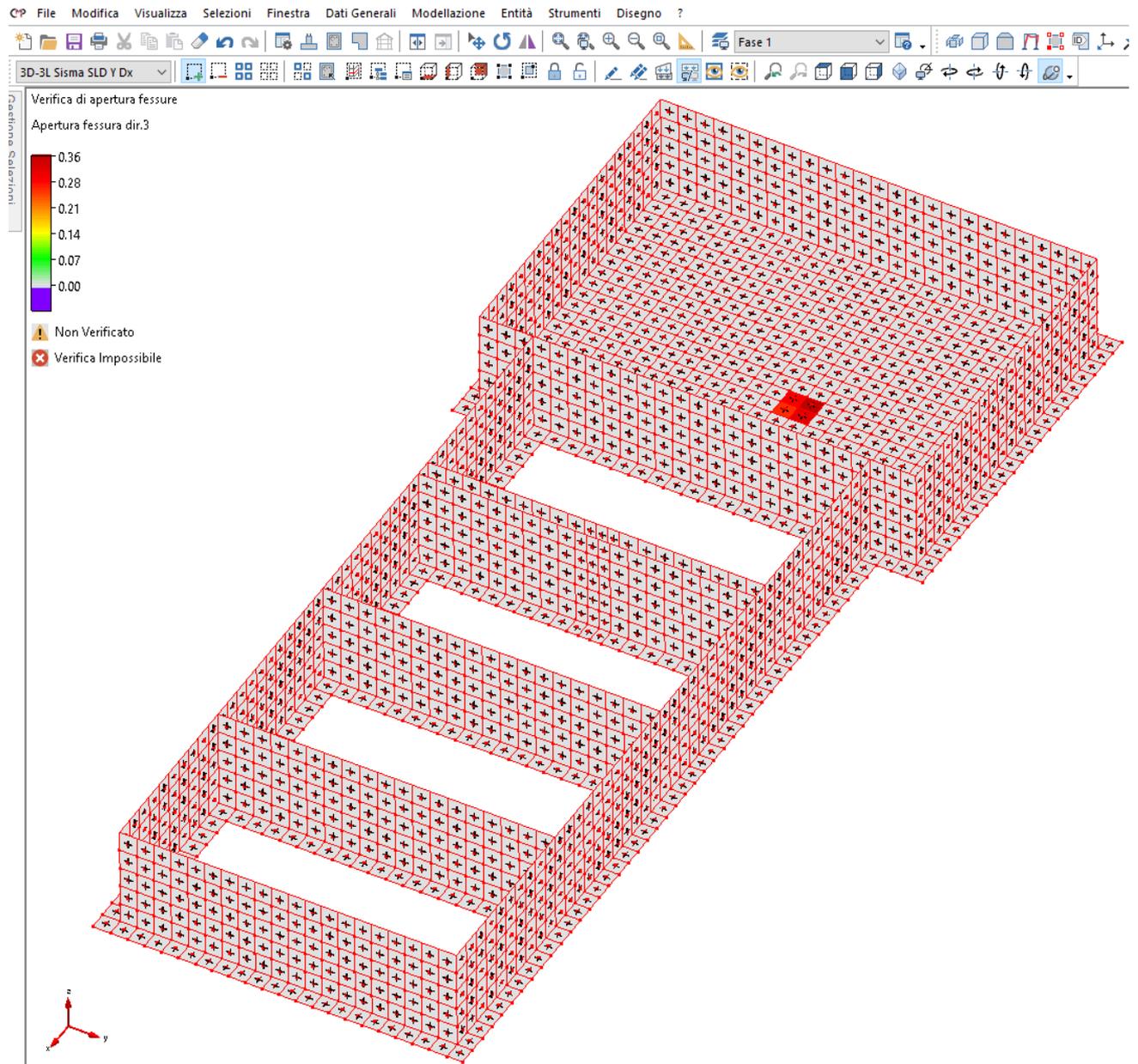


Figura 90 – SLE QUASI PERMANENTE – Apertura delle fessure - Coefficiente di sfruttamento

### 3 Relazione sui materiali

#### 3.1 Elenco dei materiali impiegati e loro modalità di posa in opera

##### 3.1.1 Strutture di fondazione e in elevazione

- Calcestruzzo Classe C28/35 \_ Strutture di fondazione
- Acciaio per c.a. B450C

#### 3.2 Valori di calcolo

##### 3.2.1 Calcestruzzo

Materiali

Nome del Materiale: Cls C28/35 1

Materiale Isotropo  Materiale Ortotropo

mod. Elas	N/mm <sup>2</sup>	32308.2497225
Alfa	1/°C	1e-005
v		0.2
G	N/mm <sup>2</sup>	13461.7707175
Peso Specif.	kN/m <sup>3</sup>	25

Parametri secondo Normativa

Tipologia del materiale: Calcestruzzo

Database materiali... Elimina Rinomina Salva Chiudi

Tipo di materiale: CIs C28/35



Rck  N/mm<sup>2</sup>    fck  N/mm<sup>2</sup>     $\alpha_{cc}$       Materiale esistente  
 fctm  N/mm<sup>2</sup>    fctk  N/mm<sup>2</sup>     $\alpha_{ct}$

fm  N/mm<sup>2</sup>    FC

Legame costitutivo del materiale:  
 ~Parabola Rettangolo

$\gamma_M$       $\gamma_M$       $\gamma_M$

Coeff.per pressofless.  x fcd

fcd  N/mm<sup>2</sup>  
 fctd  N/mm<sup>2</sup>

Modifica legame costitutivo

$\epsilon_{yd}$    
 $\epsilon_{ud}$

Resist.traz.per PushOver  
 Auto FT  N/mm<sup>2</sup>

Verifiche SLE

No resist. comp     No resist. traz  
 Aggioma prop. meccaniche

### 3.2.2 Acciaio per c.a.

Materiali

Nome del Materiale

Materiale Isotropo     Materiale Ortotropo

mod. Elas N/mm<sup>2</sup>   
 Alfa 1/°C

ν   
 G N/mm<sup>2</sup>

Peso Specif. kN/m<sup>3</sup>

Parametri secondo Normativa

Tipologia del materiale

Tipo di Materiali

Generale Calcestruzzo **Acciaio da Carpenteria** Acciaio per Armature Legno XLam

fyk  N/mm<sup>2</sup> fu  N/mm<sup>2</sup>  materiale esistente

Aderenza Migliorata  $\epsilon_{ud}$   Legame Costitutivo del materiale:  
~Bilatera Acciaio

fm  N/mm<sup>2</sup> FC

Verifiche SLU

SLU comp	SLU traz	SLU Eccez
$\gamma_M$ <input type="text" value="1.15"/>	$\gamma_M$ <input type="text" value="1.15"/>	$\gamma_M$ <input type="text" value="1"/>
fd Compres. <input type="text" value="391.304347826"/> N/mm <sup>2</sup>		
fd Trazione <input type="text" value="391.304347826"/> N/mm <sup>2</sup>		

Modifica Legame Costitutivo

Verifiche SLE

No Resist.Comp  No Resist.Traz

Aggiorna Prop.Meccaniche

### 3.2.3 Prescrizioni relative alla durabilità dei materiali

#### 3.2.3.1 Strutture in c.a.- Fondazione

Con riferimento al calcestruzzo per le strutture di fondazione si definiscono le specifiche di progetto atte a soddisfare i requisiti di durabilità secondo il §4.1.6.1.3 del DM 17/1/2018

- Calcestruzzo per strutture di fondazione e di elevazione
  - Classe di esposizione: XC2 (Ambiente ordinario §C4.1.IV)
  - Diametro massimo aggregato  $\Phi_{agg} = 32$  mm
  - Classe di consistenza S4
  - Copriferro minimo  $c_{min} = 40$  mm

#### 3.2.3.2 Strutture in c.a.- Elevazione

Con riferimento al calcestruzzo per le strutture di fondazione si definiscono le specifiche di progetto atte a soddisfare i requisiti di durabilità secondo il §4.1.6.1.3 del DM 17/1/2018

- Calcestruzzo per strutture di fondazione e di elevazione
  - Classe di esposizione: XC3 (Ambiente ordinario §C4.1.IV)
  - Diametro massimo aggregato  $\Phi_{agg} = 20$  mm
  - Classe di consistenza S4
  - Copriferro minimo  $c_{min} = 25$  mm

## **4 Elaborati grafici esecutivi e particolari costruttivi**

Vedi tavole allegate.

## 5 Piano di manutenzione della parte strutturale dell'opera.

### 5.1 Attività di manutenzione dell'intervento.

Si riportano in seguito, le attività di manutenzione al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico delle opere strutturali.

#### 5.1.1 Strutture in cemento armato

Ispezioni e modalità di controllo	Interventi di manutenzione possibili	Periodicità
<ul style="list-style-type: none"><li>• Ispezionare i manufatti e controllare:</li><li>• Eventuali fenomeni di deterioramento e di degrado dei materiali;</li><li>• Eventuali fenomeni di dissesto delle strutture dovuti a cedimenti differenziali;</li><li>• Presenza di un quadro fessurativo che esuli dalle normali fessure dovute al ritiro del calcestruzzo in fase di maturazione;</li><li>• Presenza di distacchi di parte superficiale delle opere in calcestruzzo che comportino l'esposizione all'ambiente aggressivo dei ferri di armatura;</li><li>• Presenza di fenomeni di risalita dell'umidità;</li><li>• Presenza di avvallamenti della superficie di calpestio;</li><li>• Presenza di eccesso di vibrazioni o emissioni sonore delle strutture sotto carico.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Riparazioni localizzate superficiali delle parti strutturali, da effettuare anche con materiali speciali;</li><li>• Ripristino di parti strutturali in calcestruzzo armato da eseguire anche con materiali speciali;</li><li>• Protezione dei calcestruzzi da azione disgreganti (gelo, Sali solventi, ambiente aggressivo, ecc.) con eventuale applicazione di film protettivi;</li><li>• Protezione delle armature da azioni disgreganti (gelo, ambiente aggressivo, ecc.);</li><li>• Consultare un tecnico abilitato in caso di quadro fessurativo in rapida evoluzione o interventi che vadano a variare dimensioni strutturali o carichi applicati.</li></ul>	2 anni

## **5.2 Ulteriori prescrizioni comuni a tutti i tipi di strutture.**

L'esito di ogni ispezione deve formare oggetto di uno specifico rapporto da conservare insieme alla relativa documentazione tecnica. A conclusione di ogni ispezione, inoltre, il tecnico incaricato deve, se necessario, indicare gli eventuali interventi a carattere manutentorio da eseguire ed esprimere un giudizio riassuntivo sullo stato d'opera.

**Tale verifica si dovrà fare obbligatoriamente a seguito di eventi eccezionali quali uragani, trombe d'aria, terremoti, esplosioni, urti, ecc, oppure a seguito di un cambio di destinazione d'uso qualora comporti un incremento di carico non previsto in fase di progetto.**

## 6 Relazioni specialistiche sui risultati sperimentali.

### 6.1 Relazione geologica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito.

Le caratteristiche geologiche del terreno adottate nella progettazione e nelle verifiche, si deducono a partire da “RELAZIONE GEOLOGICA, MODELLAZIONE GEOTECNICA E ANALISI DELL'AZIONE SISMICA”, a firma del dott. Geol. Paolo Beretti.

### 6.2 Relazione geotecnica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno.

Le caratteristiche geotecniche del terreno adottate nella progettazione e nelle verifiche, si deducono a partire da “RELAZIONE GEOLOGICA, MODELLAZIONE GEOTECNICA E ANALISI DELL'AZIONE SISMICA”, a firma del dott. Geol. Paolo Beretti.

Si riportano di seguito le caratteristiche della successione geotecnica del terreno, estrapolata da relazione geologica:

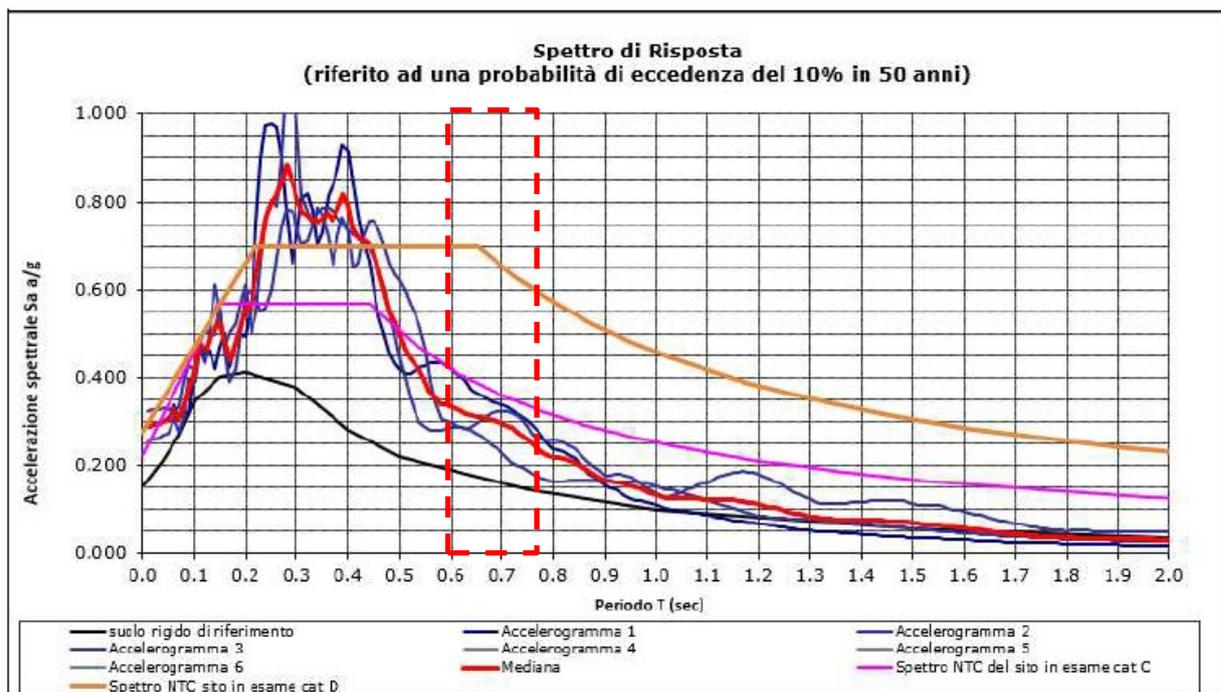
#### Successione geotecnica

Unità geotecnica	Modellazione geotecnica (parametri nominali)	Parametri geotecnici caratteristici
<b>Unità 1:</b> Da p.c a - 2,0 m p.c. Argille limose e limi argillosi, a grado di compressibilità medio.	$c' = 0,05 \div 0,15$ kgf/cmq. $c_u = 0,42 \div 0,65$ kgf/cmq. $\phi' = 23^\circ \div 24^\circ$ $\gamma_n = 0,0019$ kgf/cm $E_d = 77 \div 85$ kgf/cmq	$c'_k = 0,07$ kgf/cmq. $c_{uk} = 0,50$ kgf/cmq. $\phi' = 23^\circ$ $\gamma_{nk} = 0,0019$ kgf/cm $E_{dk} = 81$ kgf/cmq
<b>Unità 2:</b> Da - 2,0 ÷ - 7,0 m p.c. Alternanze limoso argillose, limose e limoso sabbiose, con intercalazioni sabbiose e limoso torboso. Grado di compressibilità medio	$c' = 0,02 \div 0,10$ kgf/cmq. $c_u = 0,25 \div 0,40$ kgf/cmq. $\phi' = 21^\circ \div 22^\circ$ $\gamma_n = 0,00185$ kgf/cm $E_d = 63 \div 88$ kgf/cmq	$c'_k = 0,05$ kgf/cmq. $c_{uk} = 0,30$ kgf/cmq. $\phi' = 21^\circ$ $\gamma_{nk} = 0,00185$ kgf/cm $E_{dk} = 71$ kgf/cmq
<b>Unità 2bis (CPT3):</b> Da - 3,4 ÷ - 4,0 m p.c. Argille limoso torboso a grado di compressibilità molto elevato.	$c' = 0,02 \div 0,08$ kgf/cmq. $c_u = 0,20 \div 0,35$ kgf/cmq. $\phi' = 19^\circ \div 21^\circ$ $\gamma_n = 0,0018$ kgf/cm $E_d = 37 \div 51$ kgf/cmq	$c'_k = 0,03$ kgf/cmq. $c_{uk} = 0,23$ kgf/cmq. $\phi' = 19^\circ$ $\gamma_{nk} = 0,0018$ kgf/cm $E_{dk} = 40$ kgf/cmq
<b>Unità 3:</b> Da - 7,0 ÷ - 9,5 m p.c. Litotipi argilloso limosi e limoso argillosi a grado di compressibilità medio.	$c' = 0,07 \div 0,14$ kgf/cmq. $c_u = 0,45 \div 0,67$ kgf/cmq. $\phi' = 23^\circ \div 24^\circ$ $\gamma_n = 0,0019$ kgf/cm $E_d = 72 \div 95$ kgf/cmq	$c'_k = 0,10$ kgf/cmq. $c_{uk} = 0,48$ kgf/cmq. $\phi' = 23^\circ$ $\gamma_{nk} = 0,0019$ kgf/cm $E_{dk} = 75$ kgf/cmq
<b>Unità 4:</b> Da - 9,5 ÷ - 14,0 m p.c. Sequenza argillosa sovraconsolidata a grado di compressibilità basso.	$c' = 0,15 \div 0,25$ kgf/cmq. $c_u = 0,65 \div 0,95$ kgf/cmq. $\phi' = 24^\circ \div 25^\circ$ $\gamma_n = 0,00195$ kgf/cm $E_d = 94 \div 130$ kgf/cmq	$c'_k = 0,18$ kgf/cmq. $c_{uk} = 0,70$ kgf/cmq. $\phi' = 24^\circ$ $\gamma_{nk} = 0,00195$ kgf/cm $E_{dk} = 104$ kgf/cmq

Ove:  $c_u$  = coesione non drenata,  $c'$  = coesione drenata;  $\phi'$  = angolo di attrito efficace,  $D_r$  = densità relativa;  $\gamma_n$  = peso dell'unità di volume;  $E_d$  = modulo edometrico,  $k$  = modulo di reazione.

### 6.3 Relazione sulla modellazione sismica concernente la “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione.

Per la modellazione dell’azione sismica relativa al sito d’interesse, è stato valutato lo spettro di risposta calcolato con analisi di III livello relativo al sito d’intervento, come sotto indicato:



Spettri di risposta calcolati con approfondimento di III livello.



Successivamente si sono analizzati i periodi propri di vibrare che movimentano la maggior parte della massa della struttura in esame

Risulta che oltre l'80 % delle masse è movimentato per periodi propri pari a  $0,60 < T1 < 0,80$  s.

**Si ritiene, vista la particolare conformazione della costruzione oggetto della presente relazione e la particolare forma degli spettri di risposta, che sia plausibile determinare con un accettabile livello di approssimazione l'azione sismica con approccio semplificato, basato sulla classificazione del sottosuolo e l'individuazione, mediante apposite tabelle fornite dalla normativa, del coefficiente di amplificazione stratigrafica SS, del coefficiente di amplificazione topografica ST nonché del coefficiente CC che modifica il periodo TC e di conseguenza gli altri periodi notevoli dello spettro (NTC 2018, §3.2.2-3)**

## **7 Allegati**

### **7.1 ALLEGATO A - Verifiche di capacità portante e dei cedimenti.**

Si fa riferimento all'appendice alla presente relazione per le verifiche in allegato.

## **7.2 ALLEGATO B - Verifiche del solaio latero cementizio di piano**

Si fa riferimento all'appendice alla presente relazione per le verifiche in allegato.

