



Azienda Sanitaria Locale Viterbo

Via Enrico Fermi, 15  
01100 Viterbo VT

## OSPEDALE BELCOLLE RIFUNZIONALIZZAZIONE DEL LABORATORIO ANALISI

### PROGETTISTI INCARICATI

**AGM** PROJECT  
CONSULTING

**RESP. INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE**

Ing. Luca Algotino

**RESP. PROG. ARCHITETTONICO**

Ing. Giuseppe Serrati

**RESP. PROG. IMPIANTI MECCANICI**

Ing. Luca Algotino

**RESP. PROG. IMPIANTI ELETTRICI**

Ing. Giuseppe Serrati

**COORD. SICUREZZA PER LA PROGETTAZIONE**

Ing. Luca Massimo Giacosa

**RESP. PROG. ANTINCENDIO**

Ing. Pietro Putetto

  
  
  
  
A1662 Dott. Ing. Pietro Putetto

**AGM** Project  
Consulting srl  
Via Giotto n. 36 - 20145 Milano  
tel. +39 02 465713.1 r.a.  
P.IVA e Cod. Fisc. 06272040962

**Politecna**  
Europa ARCHITECTURE  
ENGINEERING

**POLITECNA EUROPA S.R.L.**  
Sede legale: Via Regaldi, 3 - 10154 Torino  
P.IVA - C.F. - Reg. Imp. 08662110017  
R.E.A. n° TO-991481  
Cap. soc. € 20.000,00 I.v.

### PROGETTO DEFINITIVO

categoria	<b>STRUTTURALE</b>			cod. commessa	<b>VIT_LA</b>		
oggetto	<b>Relazione tecnica delle opere strutturali</b>			elaborato	<b>VIT_LA-D-ST-R001</b>		
				scala	---	revisione	01
				data	18/12/2017		
redatto	LMG	verificato	LMG	approvato	LA		
				File	VIT_LA-D-ST-R001_01		

# SOMMARIO

<b>SOMMARIO</b> .....	<b>2</b>
<b>1 RIFERIMENTI NORMATIVI</b> .....	<b>4</b>
<b>2 BUSSOLA ESTERNA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Descrizione dell'intervento.....	5
2.2 Proprietà dei Materiali utilizzati .....	5
2.3 Azione sismica di riferimento .....	6
2.3.1 Vita nominale e Coefficiente d'uso.....	6
2.3.2 Caratterizzazione geomorfologica .....	6
2.3.3 Stati limite e relative probabilità di superamento.....	6
2.3.4 Valutazione dell' azione sismica .....	7
2.3.5 Fattore di struttura .....	7
2.4 Analisi strutturale .....	8
2.4.1 Analisi dei carichi .....	8
2.4.1 Carico Neve .....	8
2.4.2 VENTO:.....	8
2.4.3 Combinazioni delle azioni .....	9
2.4.4 Ipotesi di base della modellazione numerica .....	10
2.5 Progetto dell'intervento .....	11
2.5.1 Risultati della modellazione numerica.....	11
2.6 Sollecitazioni SLU .....	15
2.7 Sollecitazioni SLE.....	16
2.8 Spostamenti.....	19
2.8.1 Spostamenti SLV_SISMA IN DIREZIONE X.....	19
2.8.2 Spostamenti SLV_SISMA IN DIREZIONE Y .....	20
2.8.3 Spostamenti SLD_SISMA IN DIREZIONE X.....	20
2.8.1 Spostamenti SLD_SISMA IN DIREZIONE Y .....	21
2.9 Sollecitazioni .....	22
2.9.1 Sollecitazioni SLV_X .....	22
2.9.2 Sollecitazioni SLV_Y .....	23
2.9.3 Sollecitazioni SLD_X .....	24
2.9.4 Sollecitazioni SLD_Y .....	25
2.10 Verifiche strutturali.....	26

<b>3</b>	<b>RISTRUTTURAZIONE NUOVO CORE LAB .....</b>	<b>29</b>
3.1	Descrizione dell'intervento.....	29
3.2	Proprietà dei Materiali utilizzati .....	29
3.3	Azione sismica di riferimento .....	29
3.3.1	Vita nominale e Coefficiente d'uso.....	29
3.3.2	Stati limite e relative probabilità di superamento.....	29
3.3.3	Valutazione dell' azione sismica .....	30
3.3.4	Fattore di struttura .....	31
3.4	Analisi strutturale .....	31
3.4.1	Analisi dei carichi .....	31
3.4.2	Carico Neve .....	31
3.4.3	Combinazioni delle azioni .....	32
3.4.4	Ipotesi di base della modellazione numerica .....	33
3.5	Progetto dell'intervento .....	33
3.5.1	Risultati della modellazione numerica.....	33
3.6	Sollecitazioni SLU .....	38
3.7	Sollecitazioni SLE.....	38
3.8	Spostamenti.....	42
3.8.1	Spostamenti SLV_SISMA IN DIREZIONE X.....	42
3.8.2	Spostamenti SLV_SISMA IN DIRZIONE Y .....	43
3.8.3	Spostamenti SLD_SISMA IN DIREZIONE X.....	44
3.8.4	Spostamenti SLD_SISMA IN DIREZIONE Y.....	45
3.9	Sollecitazioni .....	46
3.9.1	Sollecitazioni SLV_X .....	46
3.9.1	Sollecitazioni SLV_Y .....	47
3.9.2	Sollecitazioni SLD_X .....	48
3.9.3	Sollecitazioni SLD_Y .....	49
3.10	Verifiche struttuali .....	50
<b>4</b>	<b>EDIFICIO TEMPORANEO .....</b>	<b>51</b>
4.1	Descrizione dell'intervento.....	51

## 1 RIFERIMENTI NORMATIVI

---

- Regio Decreto 16 novembre 1939 n°2232, Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione
- Legge 14 maggio 1981 n° 219, Conversione in legge del decreto legge 19 marzo 1981 n°75, recante ulteriori interventi in favore delle popolazioni colpite dagli eventi sismici del novembre 1980 e del febbraio 1981. Provvedimenti organici per la ricostruzione e lo sviluppo dei territori colpiti
- Circ. LL.PP. 30 luglio 1981 n. 21745, Istruzioni per l'applicazione della normativa tecnica per la riparazione ed il rafforzamento degli edifici danneggiati dal sisma
- D.M. 20/11/1987, Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento
- Circ. LL.PP. 4 gennaio 1989 n. 30787, Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento
- D.M. 16/01/1996, Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circ. LL.PP. 10 aprile 1997 n.65, Istruzione per l'applicazione delle <<Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche>> di cui al D.M. 16 gennaio 1996
- n°3274 del 20/03/2003, Primi elementi in materia di criteri per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica (normativa di riferimento per contratto)
- n°3431 del 03/05/2005, Ulteriori modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" (normativa di riferimento per contratto)
- D.M. 14/09/2005, Norme Tecniche per le Costruzioni
- n°3519 del 28/04/2006, Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone
- D.M. 14/01/2008, Norme tecniche per le costruzioni

## 2 BUSSOLA ESTERNA

### 2.1 Descrizione dell'intervento

Il progetto prevede la realizzazione di un avancorpo di muratura portante e solaio di copertura indipendente dalla struttura esistente mediante giunto sismico. La struttura viene fondata su una trave rovescia di fondazione e la muratura portante viene prevista in blocchi di laterizio tipo Poroton da 25 cm di spessore.

### 2.2 Proprietà dei Materiali utilizzati

**Calcestruzzo:** Classe di resistenza C 25/30

- A 28 giorni  $R_{ck} = 30 \frac{N}{mm^2}$
- Resistenza media a compressione  $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 33 \frac{N}{mm^2}$
- Resistenza a trazione media  $f_{ctm} = 0,3 * (f_{ck})^{\frac{2}{3}} = 2,56 \frac{N}{mm^2}$
- Resistenza a trazione caratteristica inferiore del calcestruzzo  $f_{ctk0.05} = 0,7 * f_{ctm} = 1,8 \frac{N}{mm^2}$
- Resistenza a trazione caratteristica superiore del calcestruzzo  $f_{ctk0.95} = 1,3 * f_{ctm} = 3,3 \frac{N}{mm^2}$
- Modulo elastico medio  $E_{cm} = 22 * \left(\frac{f_{cm}}{10}\right)^{\frac{1}{3}} = 32,75 \text{ GPa}$
- Deformazione sotto la massima tensione  $\varepsilon_{c1(\%)} = 0,7 * f_{cm}^{0,31} = 2 \text{ ‰}$
- Deformazione nominale ultima  $\varepsilon_{cu1(\%)} = 3,5 \text{ ‰}$

**Calcestruzzo:** Classe di resistenza C 32/40 – Fondazioni

- A 28 giorni  $R_{ck} = 40 \frac{N}{mm^2}$
- Resistenza media a compressione  $f_{cm} = f_{ck} + 8 = 40 \frac{N}{mm^2}$
- Resistenza a trazione media  $f_{ctm} = 0,3 * (f_{ck})^{\frac{2}{3}} = 3,02 \frac{N}{mm^2}$
- Resistenza a trazione caratteristica inferiore del calcestruzzo  $f_{ctk0.05} = 0,7 * f_{ctm} = 2,1 \frac{N}{mm^2}$
- Resistenza a trazione caratteristica superiore del calcestruzzo  $f_{ctk0.95} = 1,3 * f_{ctm} = 3,9 \frac{N}{mm^2}$
- Modulo elastico medio  $E_{cm} = 22 * \left(\frac{f_{cm}}{10}\right)^{\frac{1}{3}} = 34,9 \text{ GPa}$

#### **Poroton**

- Range di spessori in produzione 20 ÷ 45 (cm)
- Classificazione del blocco semipieno
- Peso specifico apparente del blocco ~ 800 ÷ 860 (kg/m<sup>3</sup>)
- Percentuale di foratura, φ ≤ 45%
- Resistenza caratteristica in direzione dei carichi verticali, f<sub>bk</sub> > 8,0 (N/mm<sup>2</sup>)
- Res. caratt. in dir. ortogonale ai carichi verticali e nel piano del muro, f'bk > 1,5 (N/mm<sup>2</sup>)

#### **Acciaio**

Parametri di calcolo dell'acciaio							
Cavo				Capochiave			
E	f <sub>y</sub>	Peso	deformazione	E	f <sub>y</sub>	Peso	deformazione

[daN/cm <sup>2</sup> ]	[daN/cm <sup>2</sup> ]	specifico [daN/mc]	limite [%]	[daN/cm <sup>2</sup> ]	[daN/cm <sup>2</sup> ]	specifico [daN/mc]	limite [%]
2100000	2750	7850	1.00	2100000	2750	7850	1.00

## 2.3 Azione sismica di riferimento

### 2.3.1 Vita nominale e Coefficiente d'uso

La vita nominale di un'opera strutturale è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, soggetta a manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale varia in funzione del tipo di costruzione considerata; nel caso in esame, secondo la Tabella 2.4.I delle Norme Tecniche per le Costruzioni, si ricava una vita nominale  $V_N$  pari o superiore a **50** anni per edifici considerati opere ordinarie.

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale $V_N$ (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva <sup>1</sup>	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in quattro classi d'uso. La struttura oggetto di verifica è classificata come appartenente alla **Classe III** in quanto il suo utilizzo prevede affollamenti.

Il valore del coefficiente d'uso  $C_u$  è definito, al variare della classe d'uso; nel caso in esame è pari a 1.5, come indicato in Tabella 2.4.II delle Norme Tecniche per le Costruzioni.

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_u$	0,7	1,0	1,5	2,0

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava come indicato di seguito:

$$V_R = V_N \cdot C_u$$

### 2.3.2 Caratterizzazione geomorfologica

Con riferimento alla relazione geologica e geotecnica redatta dal Dott. Geol. Roberto TRONCARELLI in data Ottobre 2016 - Elaborato N°: 1876/16. La velocità di propagazione delle onde di taglio individuata varia tra i 250 e 400 m/s. Viene quindi ipotizzata una categoria di sottosuolo di tipo C e con caratterizzazione topografica di tipo T1.

### 2.3.3 Stati limite e relative probabilità di superamento

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla pericolosità sismica del sito di costruzione. Essa è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$ , nel periodo di riferimento  $V_R$ .

Secondo le NTC 2008, le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_C^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Le NTC 2008 forniscono per tutti i siti i valori dei tre parametri citati necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite ultimi e di esercizio sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso. Gli stati limite di esercizio sono lo stato limite di operatività SLO e lo stato limite di danno SLD, mentre gli stati limite ultimi sono lo stato limite di salvaguardia della vita SLV e lo stato limite di prevenzione del collasso SLC.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$  sono riportate in Tabella

Tabella 2.1 - Probabilità di superamento al variare dello stato limite considerato.

Stati limite		$P_{VR}$
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limiteultimi	SLV	10%

### 2.3.4 Valutazione dell' azione sismica

L'azione sismica è caratterizzata da tre componenti traslazionali, due orizzontali, X e Y, e una verticale, indicata con Z, considerate tra loro indipendenti. Nel caso in esame la componente verticale non è stata considerata, secondo le indicazioni fornite dalle NTC al capitolo 7.

Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta, ricavato come indicato al paragrafo 3.2.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni. Lo spettro elastico della componente orizzontale è definito dalle espressioni seguenti:

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = \alpha_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = \alpha_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = \alpha_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = \alpha_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

nelle quali T e  $S_e$  sono il periodo di vibrazione e l'accelerazione spettrale orizzontale.

Inoltre:

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediate la relazione seguente

$$S = S_S \cdot S_T$$

essendo  $S_S$  il coefficiente di amplificazione stratigrafica e  $S_T$  il coefficiente di amplificazione topografica;

$\eta$  è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi  $\xi$  diversi dal 5%, mediante la relazione

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55$$

dove  $\xi$  è valutato in base ai materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;

$F_0$  è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima su sito di riferimento rigido orizzontale ed ha valore minimo pari a 2,2;

$T_C$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

dove  $C_C$  è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo;

$T_B$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto ad accelerazione costante dello spettro, dato da

$$T_B = T_C/3$$

$T_D$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro

### 2.3.5 Fattore di struttura

Struttura non regolare in pianta, regolare in altezza, progettata in bassa duttilità.

Sistema costruttivo: Muratura

Tipologia strutturale: Costruzioni in muratura ordinaria

Tipologia di edificio: costruzioni in muratura ordinaria ad un piano

$q_0 = 2,00$

$a_u/a_1 = 1,20$

$K_r = 1,00$

Valore fattore di struttura q da utilizzare: 2.40

## 2.4 Analisi strutturale

### 2.4.1 Analisi dei carichi

#### 2.4.1.1 Carichi permanenti e variabili

Il peso proprio degli elementi strutturali, elementi verticali e orizzontali, è stato applicato direttamente agli elementi stessi a seconda delle caratteristiche geometriche e materiche.

Sono stati considerati i seguenti carichi agenti sulla struttura:

Carico permanente  $G_k$

**TOT 2.51 kN/m<sup>2</sup>**

a) *Solaio di copertura*

- P.P. soletta in cls collaborante	[s=0.10 m]	1.90 kN/m <sup>2</sup>
- P.P. Isolamento termico	[0.08+0.08 m Polistirene estruso]	0.06 kN/m <sup>2</sup>
- P.P. Massetto di pendenza	[h, media =0.075 m]	1.50 kN/m <sup>2</sup>

Sovraccarico dovuto alla manutenzione in copertura  $Q_k$

**0.50 kN/m<sup>2</sup>**

Per la determinazione dei pesi specifici si è fatto riferimento alle N.T.C.2008 , tab. 3.1.1.

#### 2.4.1 Carico Neve

Zona Neve = III

Ce (coeff. di esposizione al vento) = 1,00

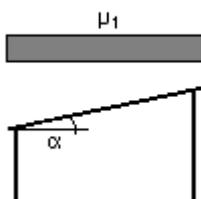
Valore caratteristico del carico al suolo (qsk Ce) = 74 daN/mq

Copertura ad una falda:

Angolo di inclinazione della falda  $\alpha = 8,0^\circ$

$\mu_1 = 0,80 \Rightarrow Q_1 = 60 \text{ daN/mq}$

Schema di carico:



#### 2.4.2 VENTO:

Zona vento = 3

( Vb.o = 27 m/s; Ao = 500 m; Ka = 0,020 1/s )

Classe di rugosità del terreno: B

[Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive]

Categoria esposizione: tipo IV

( Kr = 0,22; Zo = 0,30 m; Zmin = 8 m )

Velocità di riferimento = 27,00 m/s

Pressione cinetica di riferimento (qb) = 46 daN/mq

Coefficiente di forma (Cp) = 1,00  
 Coefficiente dinamico (Cd) = 1,00  
 Coefficiente di esposizione (Ce) = 1,63  
 Coefficiente di esposizione topografica (Ct) = 1,00  
 Altezza dell'edificio = 4,00 m  
 Pressione del vento ( p = qb Ce Cp Cd ) = 74 daN/mq

## 2.4.3 Combinazioni delle azioni

### 2.4.3.1 Combinazioni statiche

I calcoli e le verifiche strutturali sono state condotte applicando le prescrizioni imposte dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14 gennaio 2008.

Le strutture sono state, in primo luogo, sottoposte ad un'analisi di tipo statico lineare; si è proceduto alla valutazione sia degli stati limite ultimi sia degli stati limite di esercizio. Come previsto dalle NTC 2008 nel paragrafo 2.5.3, ai fini delle verifiche degli stati limite sono state utilizzate le seguenti combinazioni delle azioni:

- combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi;

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} Q_{k3} + \dots$$

- combinazione rara, impiegata per gli stati limite di esercizio;

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio reversibili;

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} Q_{k1} + \psi_{22} Q_{k2} + \psi_{23} Q_{k3} + \dots$$

- combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti a lungo termine;

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} Q_{k1} + \psi_{22} Q_{k2} + \psi_{23} Q_{k3} + \dots$$

Nella definizione delle combinazioni delle azioni si intendono con il termine  $G$  le azioni permanenti, con il termine  $Q$  le azioni variabili e con il termine  $P$  le azioni di pretensione e precompressione. I valori dei coefficienti parziali per le azioni nelle verifiche a stato limite ultimo e dei coefficienti di combinazione sono riportati nelle tabelle successive.

**Tabella 2.2. Coefficienti parziali per le azioni**

		Coefficiente	
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	1,0
	sfavorevoli		1,3
Carichi permanenti non strutturali	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,0
	sfavorevoli		1,5
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,0
	sfavorevoli		1,5

**Tabella 2.3. Valori dei coefficienti di combinazione.**

Categoria	$\psi_{0j}$	$\psi_{1j}$	$\psi_{2j}$
Categoria C	0,7	0,7	0,6
Ambienti suscettibili di affollamento			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota <1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0

### 2.4.3.2 Combinazioni dinamiche

La struttura è stata sottoposta ad analisi dinamiche modali allo scopo di analizzare i modi di vibrazione della struttura. Si ricorda che nell'ambito di un'analisi dinamica lineare si considera un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore all'85%.

La combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica, assume la seguente formulazione:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

dove:

- E è il valore dell'azione sismica per il caso in esame;
- $G_k$  è il valore caratteristico delle azioni permanenti;
- P è il valore caratteristico delle azioni di precompressione;
- $Q_{kj}$  sono i valori caratteristici delle azioni  $Q_i$  variabili tra loro indipendenti;
- $\psi_{ij}$  sono i coefficienti di combinazione come in combinazioni statiche.

Gli effetti dell'azione sismica sono stati valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj}$$

Nel caso di analisi lineari (statica e modale), i valori massimi della risposta ottenuti da ciascuna delle due azioni orizzontali applicate separatamente sono combinati sommando ai massimi ottenuti per l'azione applicata in una direzione, il 30% dei massimi ottenuti per l'azione applicata nell'altra direzione.

$$E_{totx} = \mp E_x \mp 0.30 E_y$$

$$E_{toty} = \mp E_y \mp 0.30 E_x$$

## 2.4.4 Ipotesi di base della modellazione numerica

### 2.4.4.1 Modello strutturale

La struttura è stata analizzata con l'ausilio del software di calcolo PRO\_SAP, di cui si riportano titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

**Tabella 2-4. Informazioni sul codice di calcolo.**

Titolo	PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program
Versione	PROFESSIONAL (RY2013 (c)(vers. 11.6.0))
Produttore-Distributore	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara
Codice Licenza	Licenza dsi4338

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione. E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link:

<http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm>.

## 2.5 Progetto dell'intervento

### 2.5.1 Risultati della modellazione numerica

Si riportano di seguito i risultati della modellazione numerica in termini di spostamento massimo e di sollecitazioni più sfavorevoli, per le varie combinazioni statiche e dinamiche delle azioni.

#### 2.5.1.1 Analisi statica lineare

##### 2.5.1.1.1 Spostamenti SLU

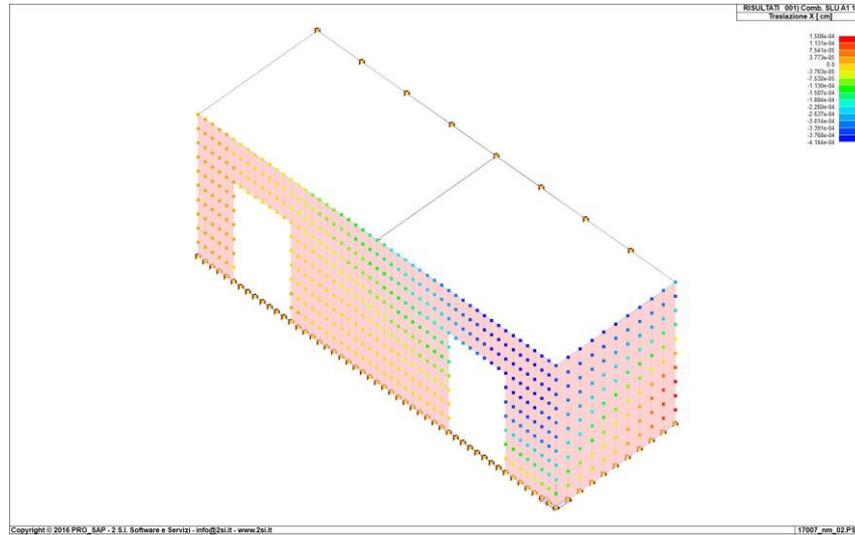


Figura 2-1. Comb. Fondamentale - Traslazioni massime X

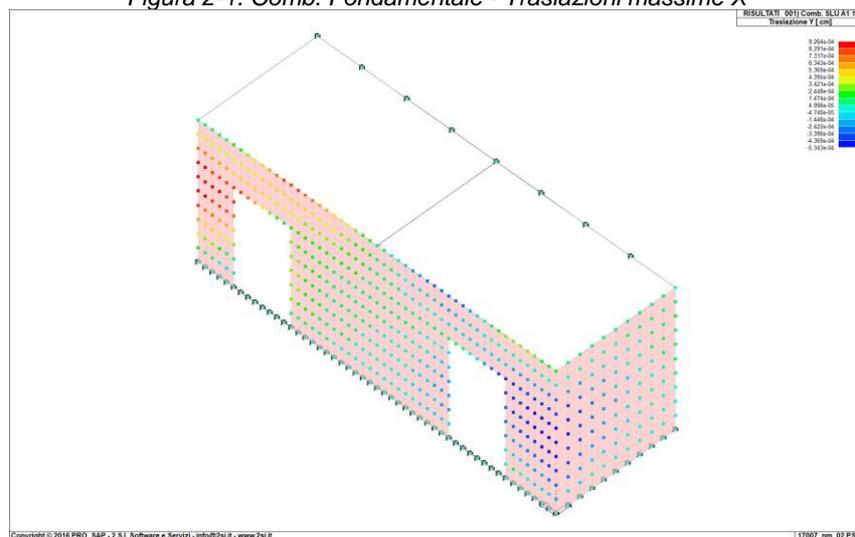


Figura 2-2. Comb. Fondamentale - Traslazioni massime Y

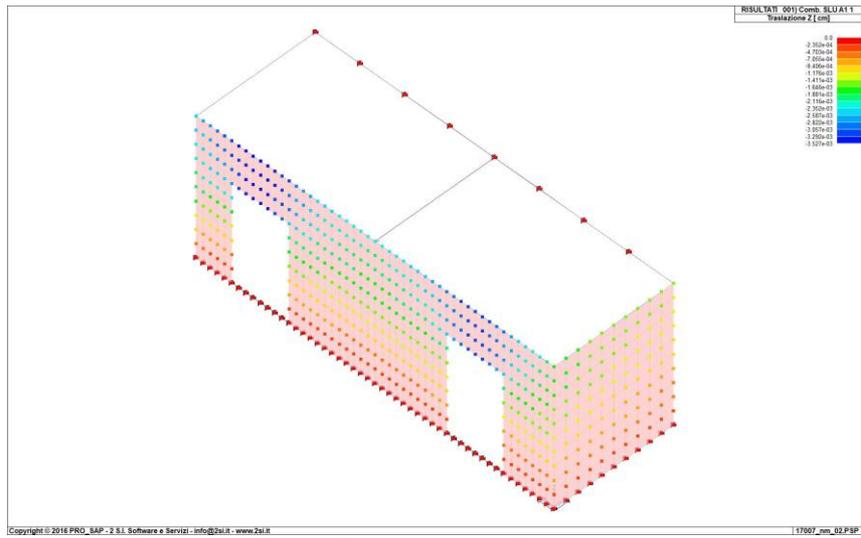


Figura 2-3. Comb. Fondamentale - Traslazioni massime Z

2.5.1.1.2 Spostamenti SLE

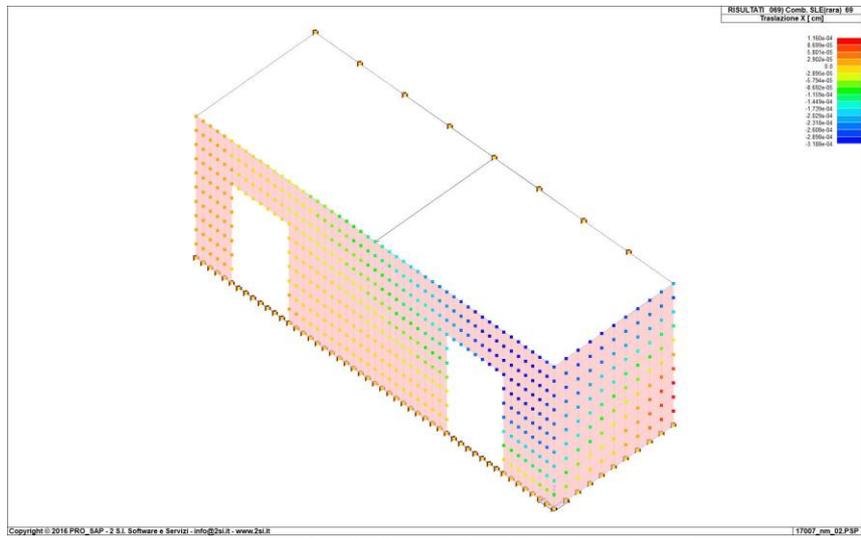


Figura 2-4. Comb. Rara - Traslazioni massime X

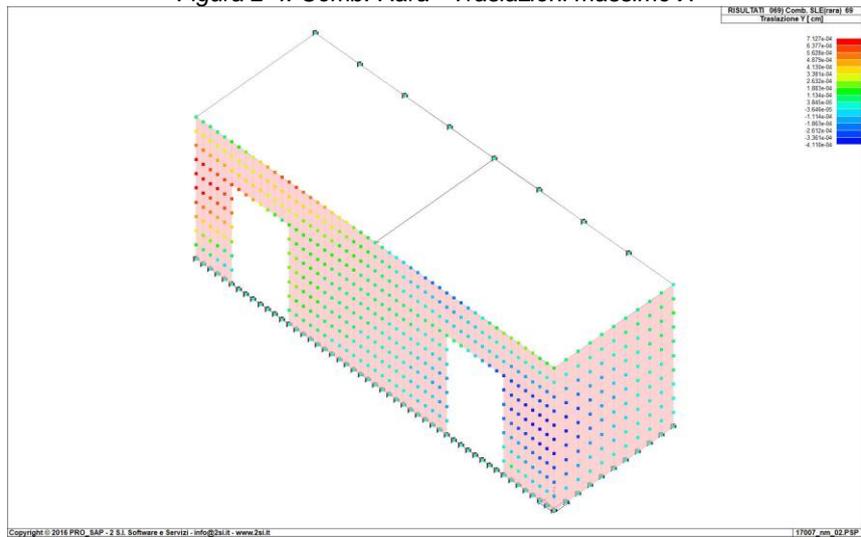


Figura 2-5. Comb. Rara - Traslazioni massime Y

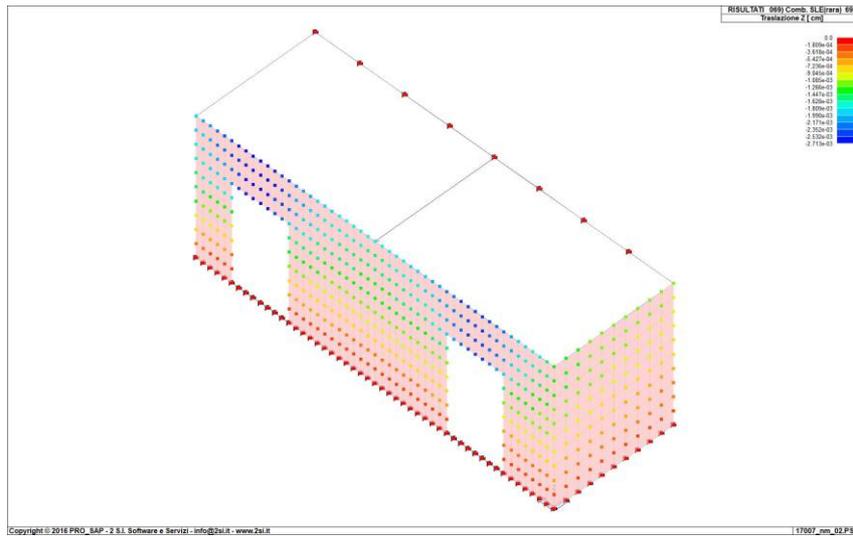


Figura 2-6. Comb. Rara - Traslazioni massime Z

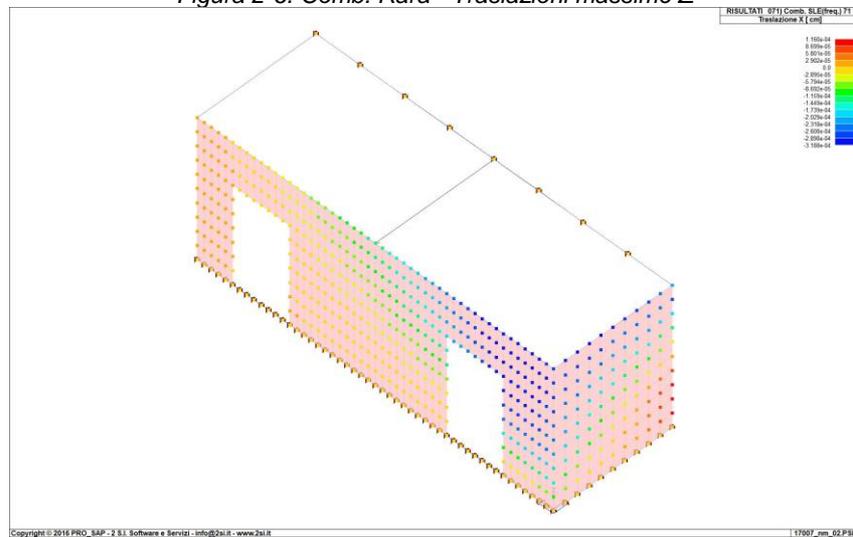


Figura 2-7. Comb. Frequente - Traslazioni massime X

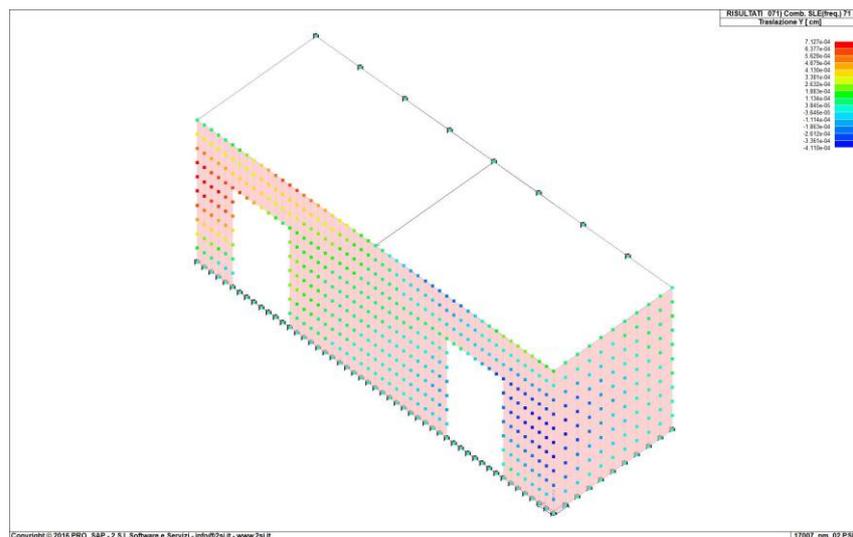


Figura 2-8. Comb. Frequente - Traslazioni massime Y

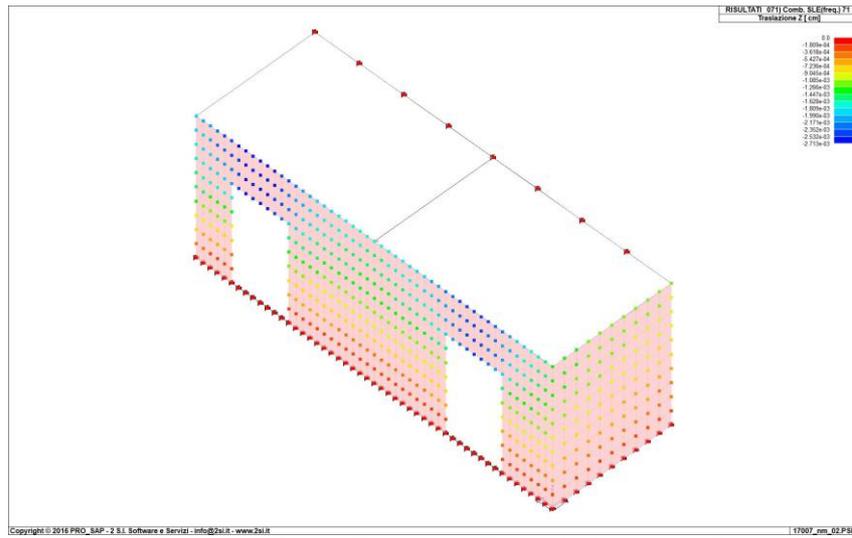


Figura 2-9. Comb. Frequente - Traslazioni massime Z

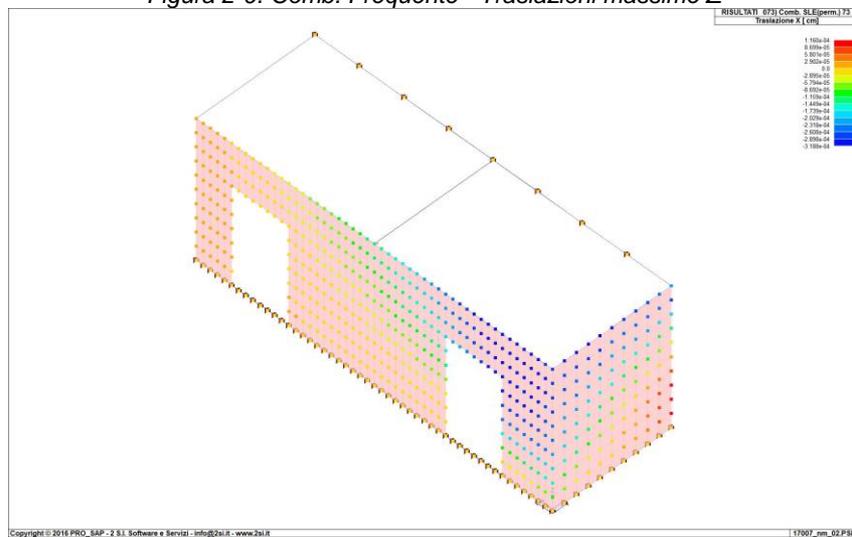


Figura 2-10. Comb. Quasi Perm. - Traslazioni massime X

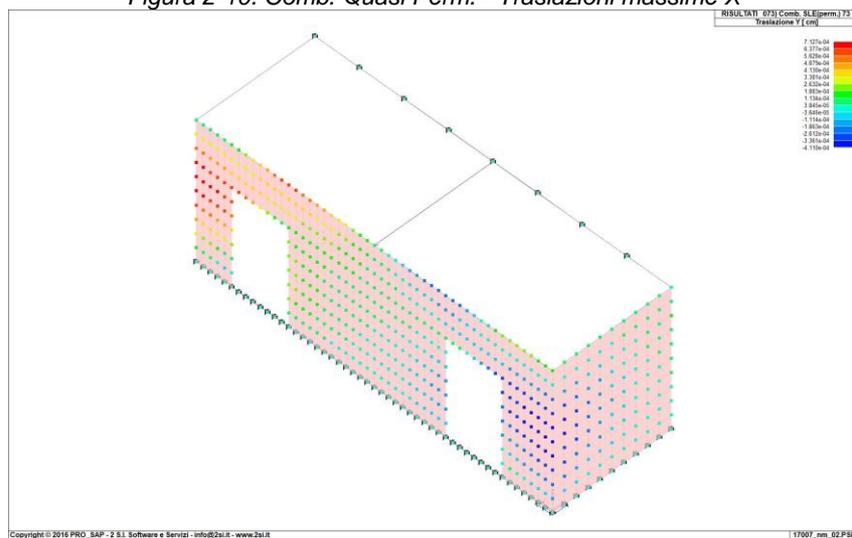


Figura 2-11. Comb. Quasi Perm. - Traslazioni massime Y



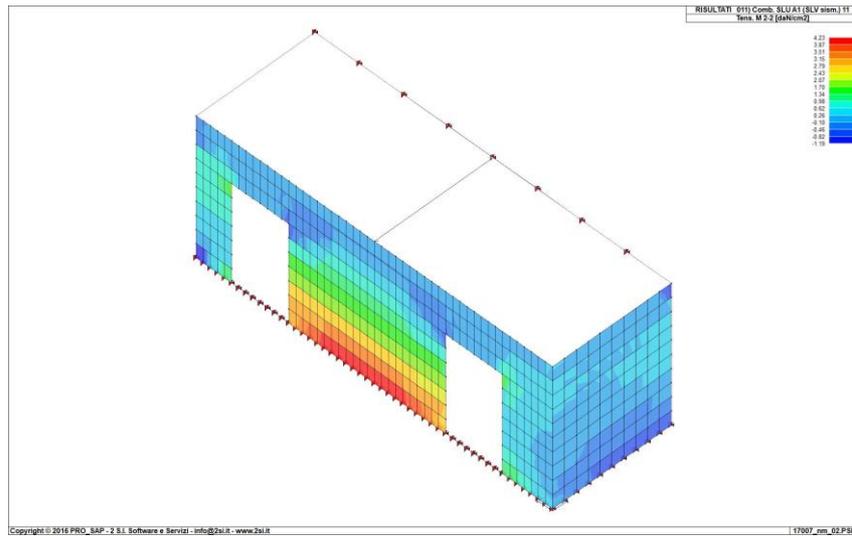


Figura 2-15. Comb. Fondamentale – Momento M3

## 2.7 Sollecitazioni SLE

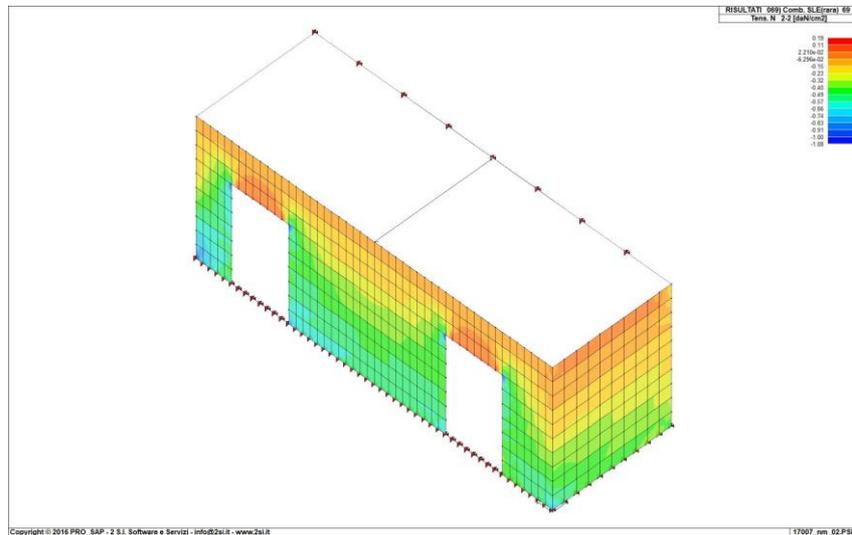


Figura 2-16. Comb. Rara – Sforzo Normale

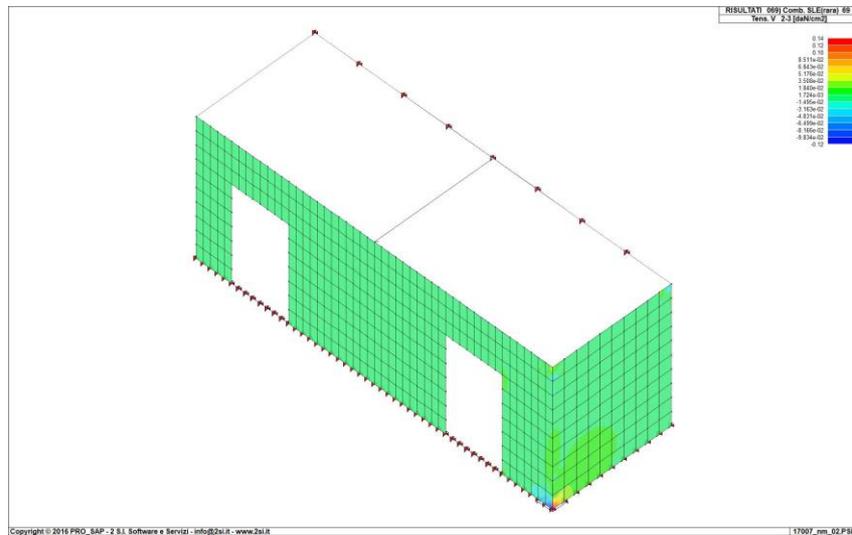


Figura 2-17. Comb. Rara – Taglio V2



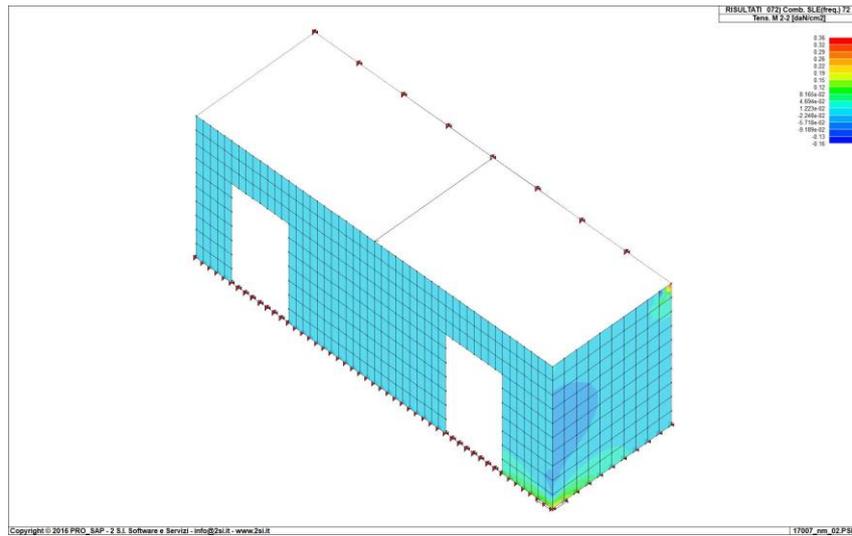


Figura 2-21. Comb. Frequente – Momento M3

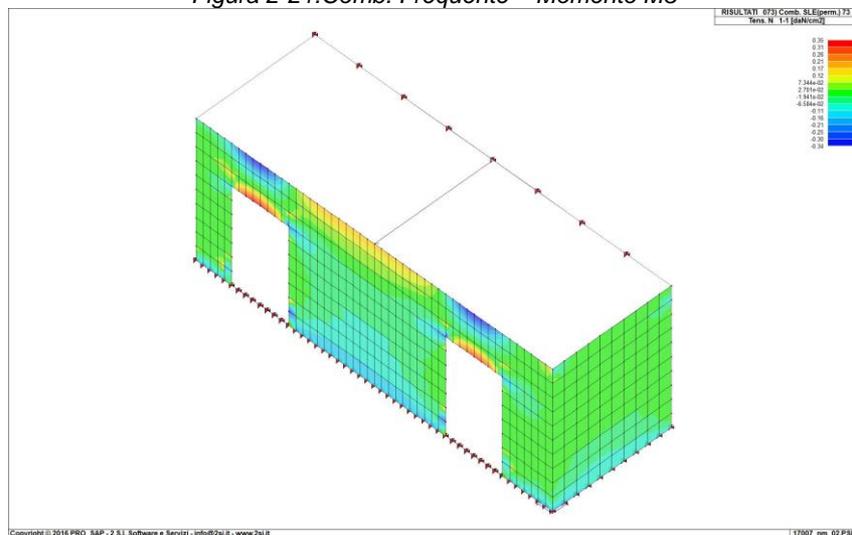


Figura 2-22. Comb. Quasi Perm. – Sforzo Normale

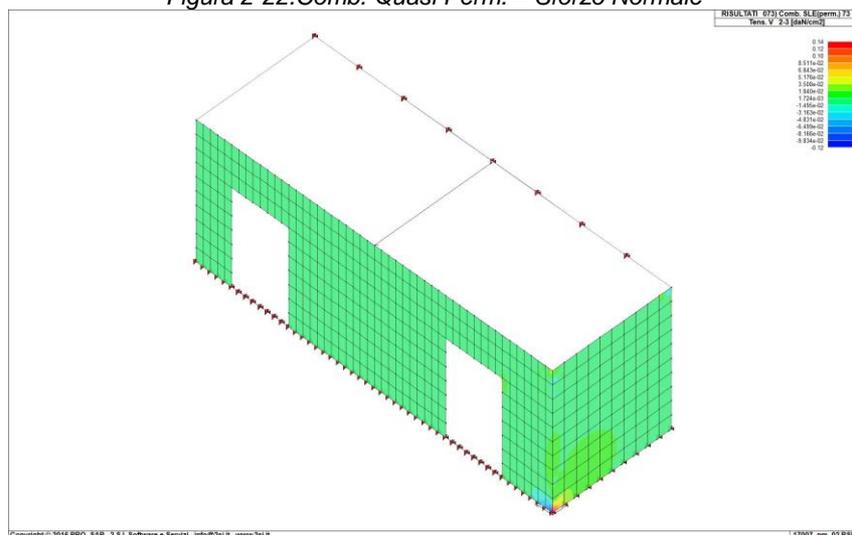


Figura 2-23. Comb. Quasi Perm. – Taglio V2

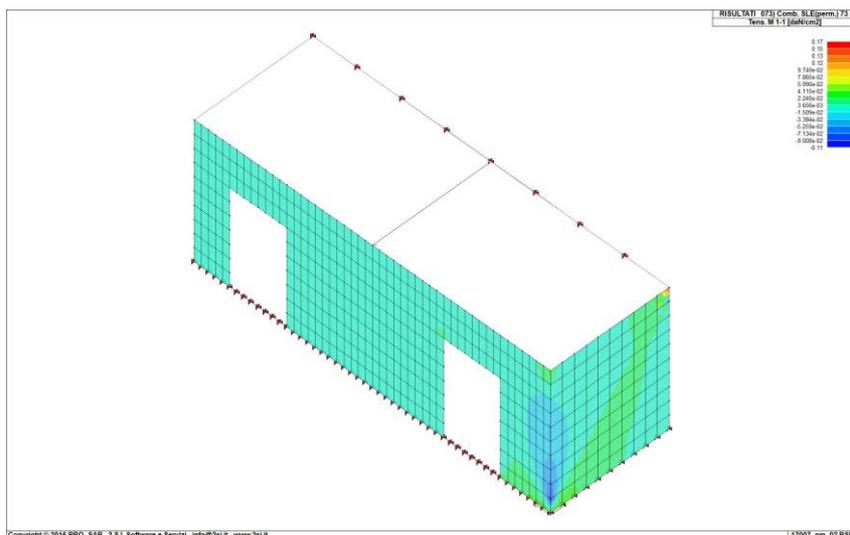


Figura 2-24. Comb. Quasi Perm. – Momento M3

## 2.8 Spostamenti

### 2.8.1 Spostamenti SLV\_SISMA IN DIREZIONE X

Figura 2-25. Comb. sismica SLV - Traslazioni massime X

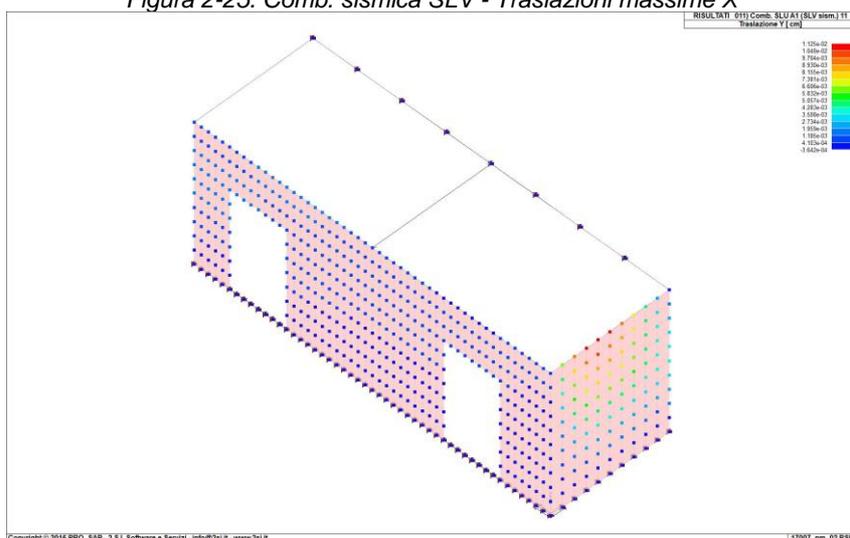


Figura 2-26. Comb. sismica SLV - Traslazioni massime Y

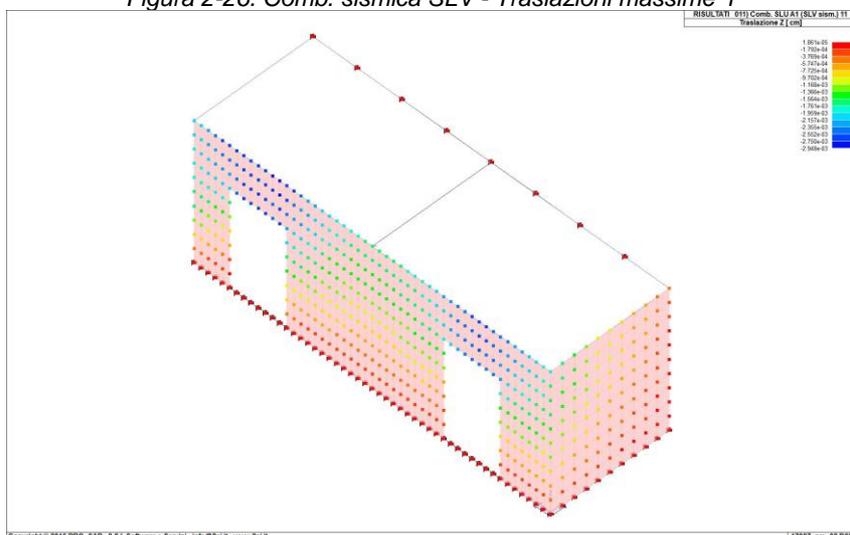


Figura 2-27. Comb. sismica SLV - Traslazioni massime Z

### 2.8.2 Spostamenti SLV\_SISMA IN DIREZIONE Y

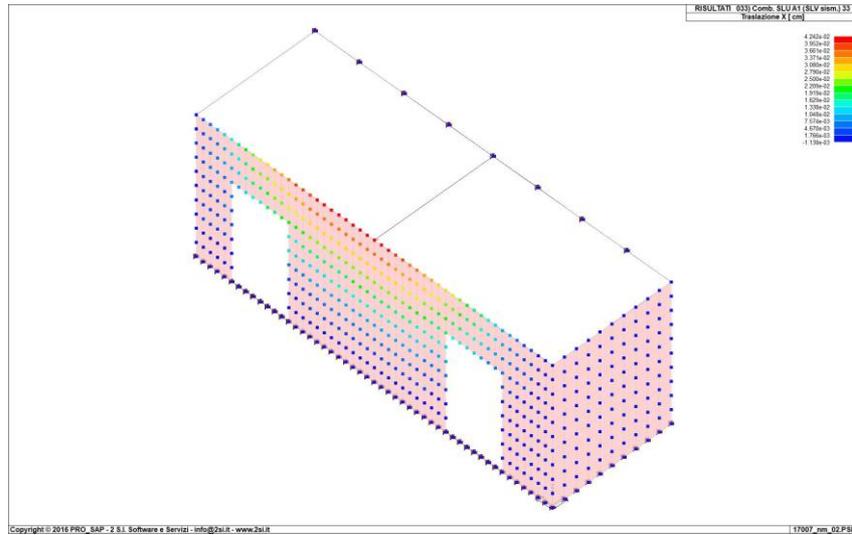


Figura 2-28. Comb. sismica SLV- Traslazioni massime X

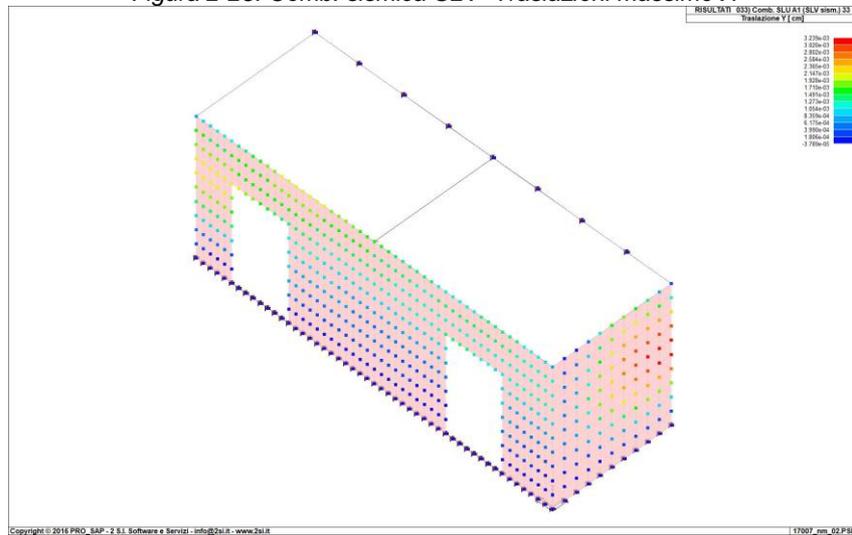


Figura 2-29. Comb. sismica SLV- Traslazioni massime Y

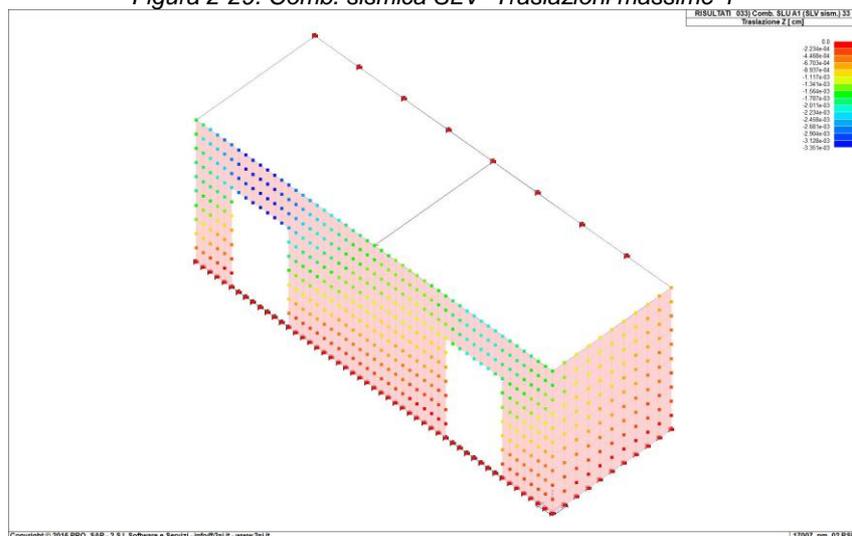


Figura 2-30. Comb. sismica SLV- Traslazioni massime Z

### 2.8.3 Spostamenti SLD\_SISMA IN DIREZIONE X

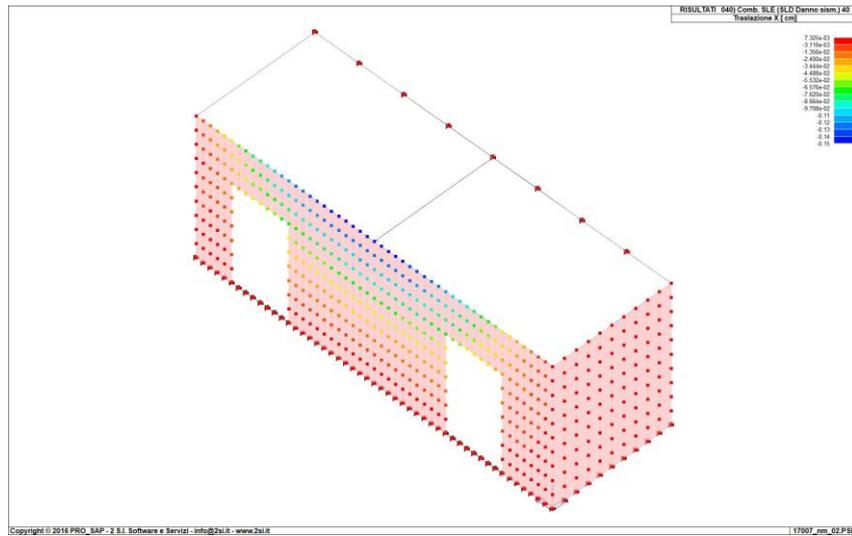


Figura 2-31. Comb. sismica SLD - Traslazioni massime X

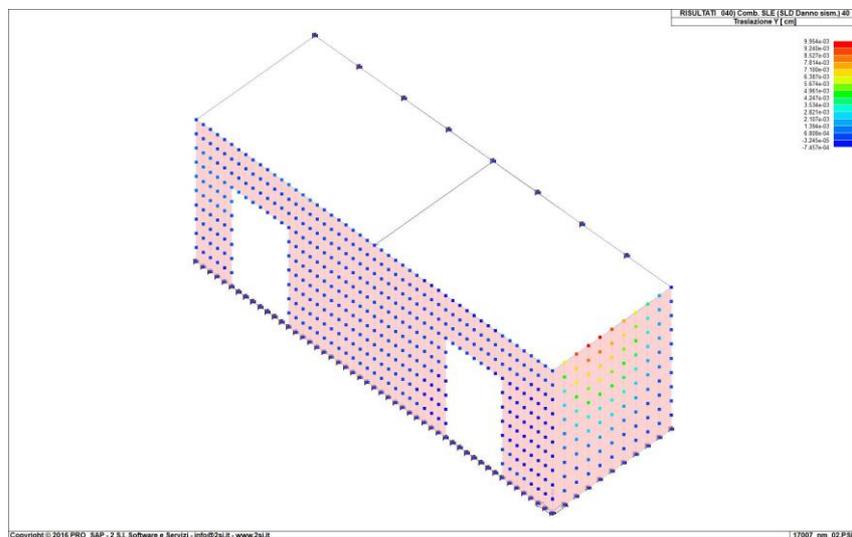


Figura 2-32. Comb. sismica SLD - Traslazioni massime Y

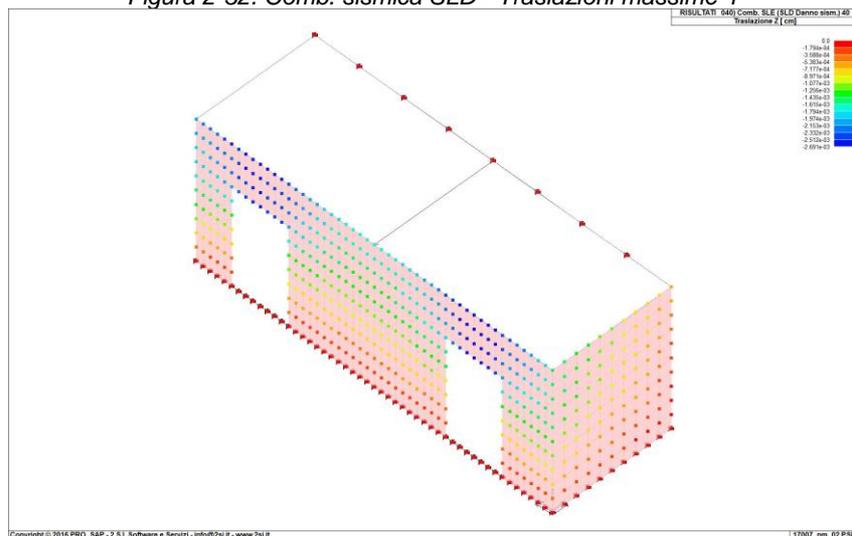


Figura 2-33. Comb. sismica SLD - Traslazioni massime Z

### 2.8.1 Spostamenti SLD\_SISMA IN DIREZIONE Y

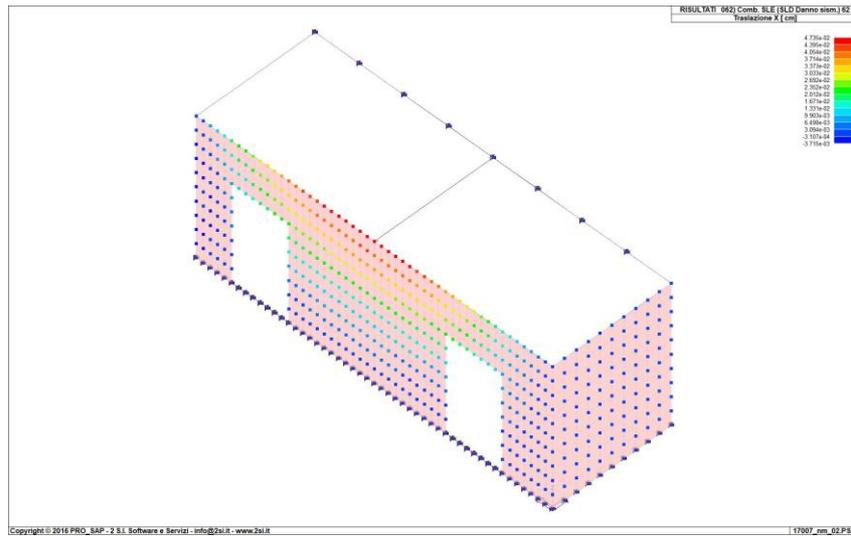


Figura 2-34. Comb. sismica SLD - Traslazioni massime X

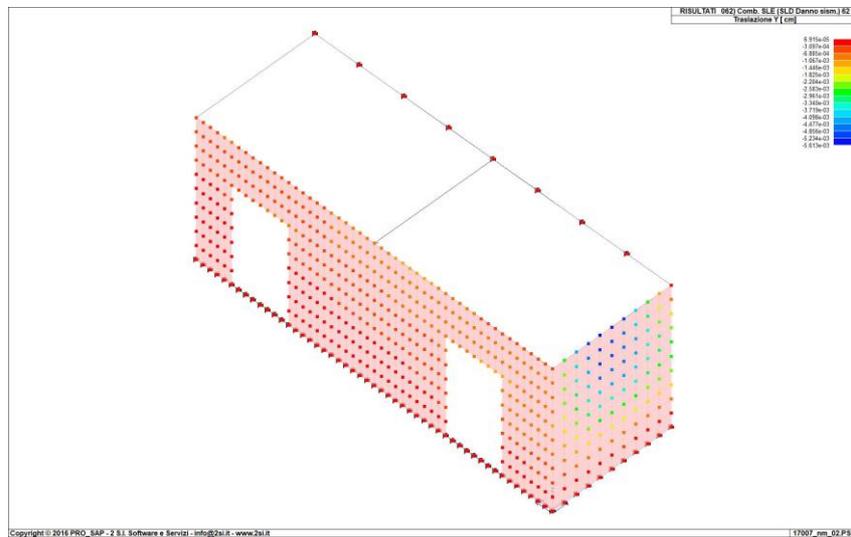


Figura 2-35. Comb. sismica SLD - Traslazioni massime Y

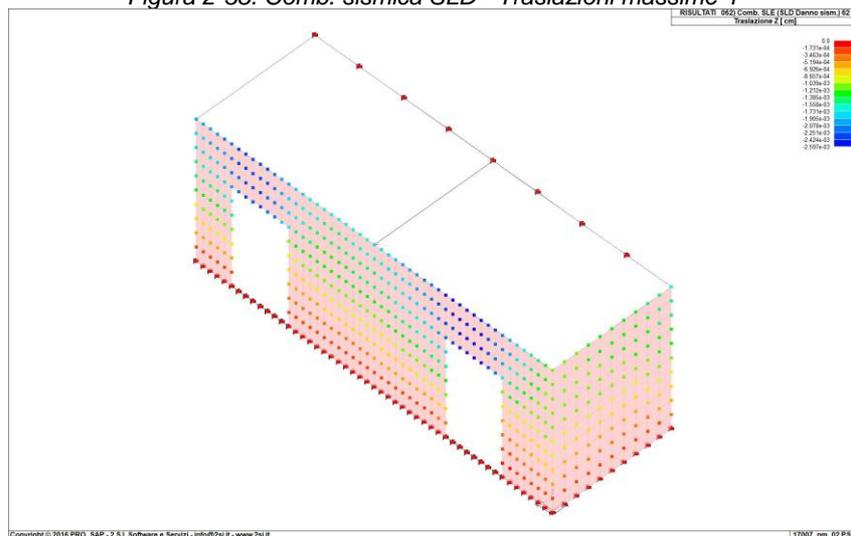


Figura 2-36. Comb. sismica SLD - Traslazioni massime Z

## 2.9 Sollecitazioni

### 2.9.1 Sollecitazioni SLV\_X

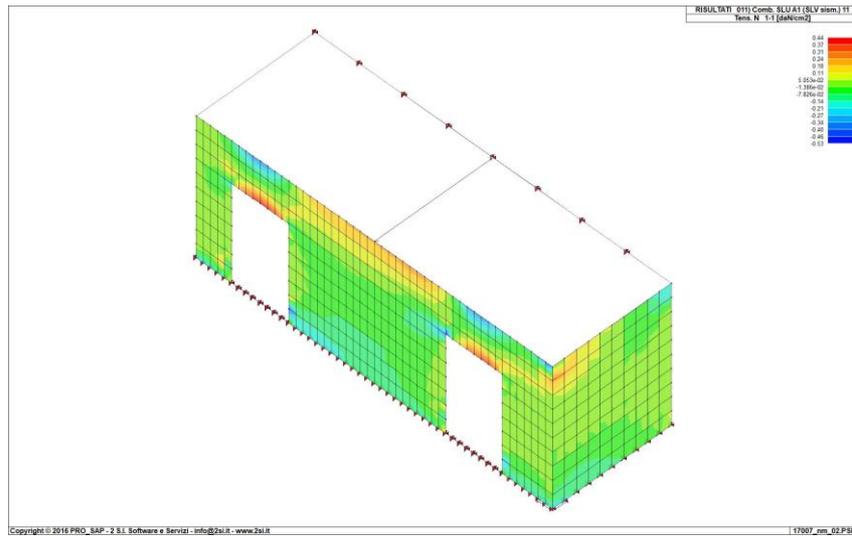


Figura 2-37. Comb. sismica SLV – Sforzo Normale

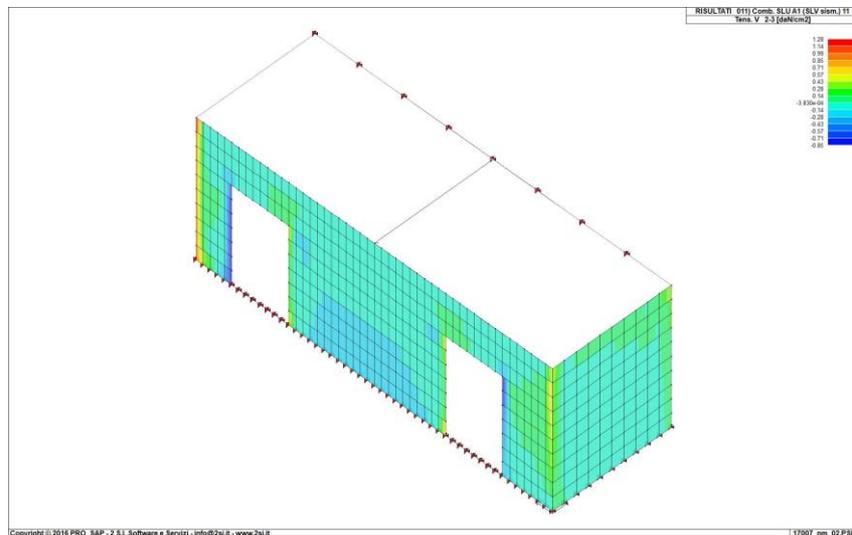


Figura 2-38. Comb. sismica SLV – Taglio V2

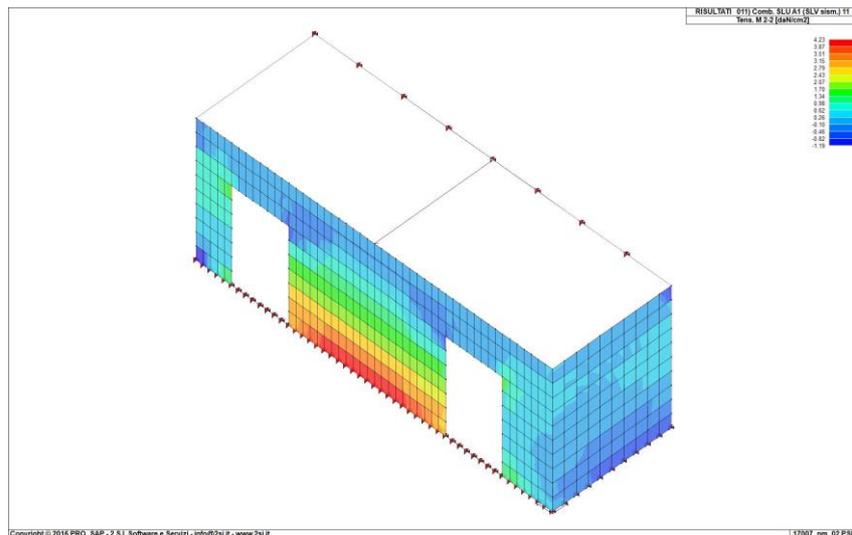


Figura 2-39. Comb. sismica SLV – Momento M3

## 2.9.2 Sollecitazioni SLV\_Y

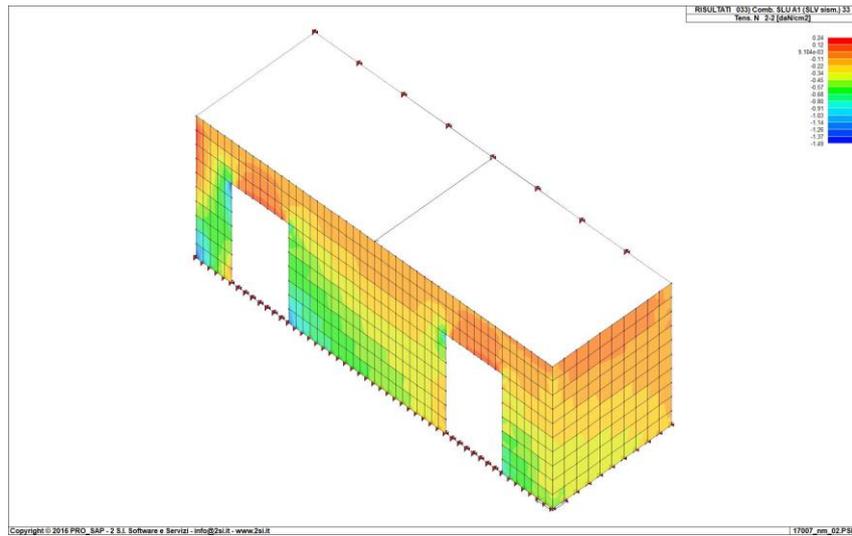


Figura 2-40. Comb. sismica SLV – Sforzo Normale

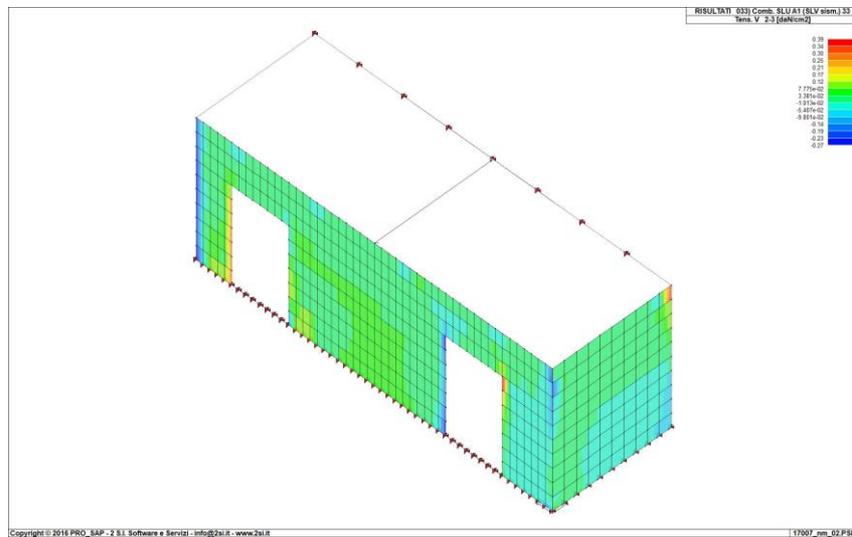


Figura 2-41. Comb. sismica SLV – Taglio V2

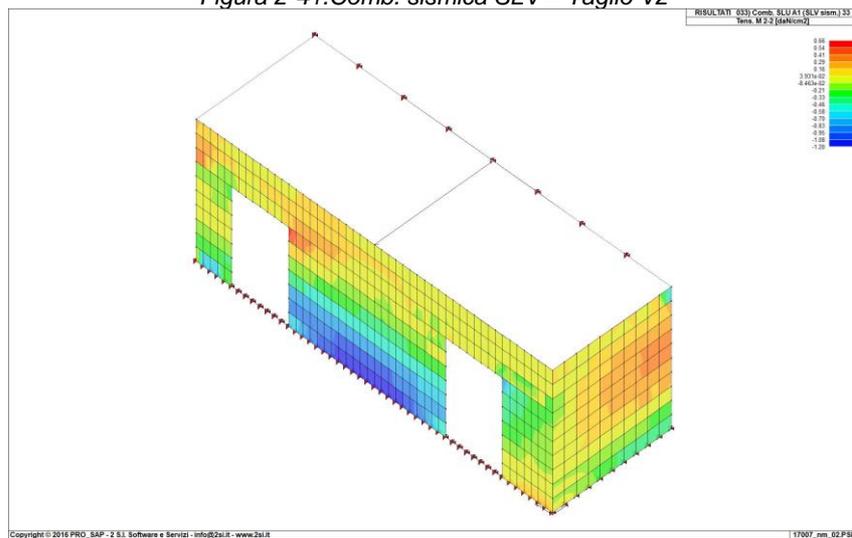


Figura 2-42. Comb. sismica SLV – Momento M3

### 2.9.3 Sollecitazioni SLD\_X

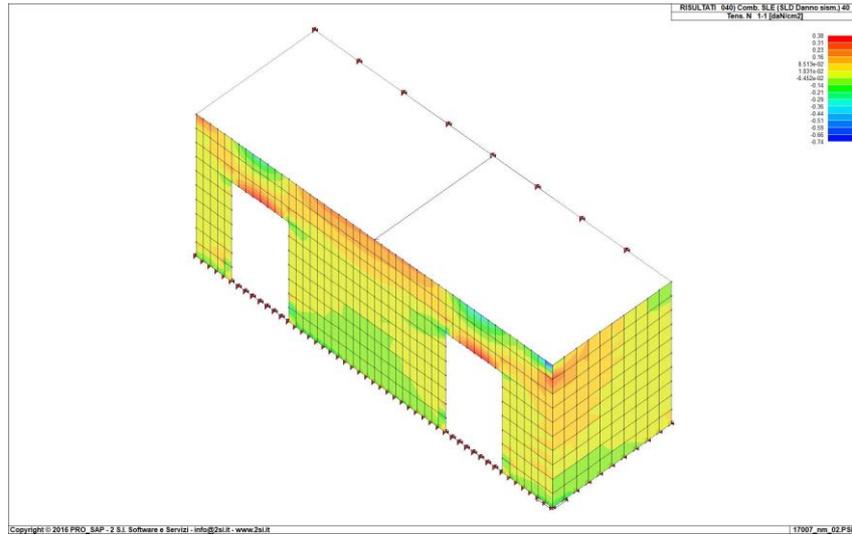


Figura 2-43. Comb. sismica SLD – Sforzo Normale

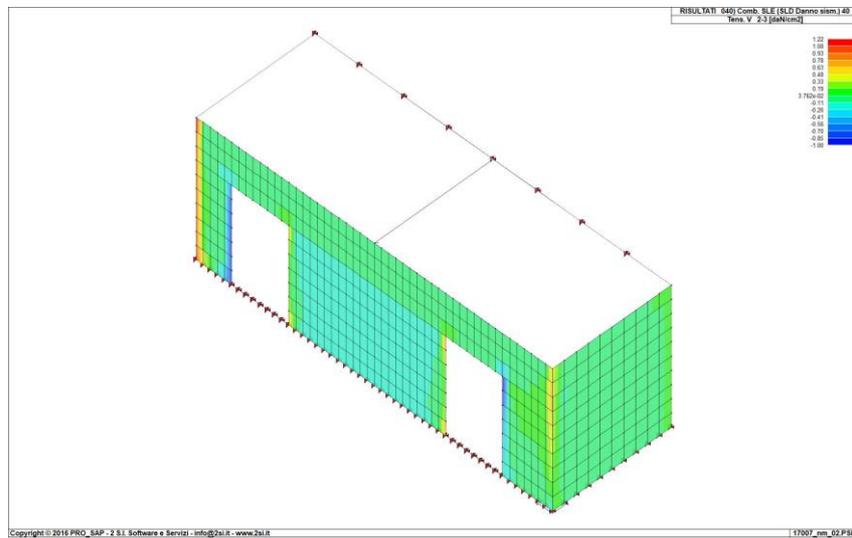


Figura 2-44. Comb. sismica SLD – Taglio V2

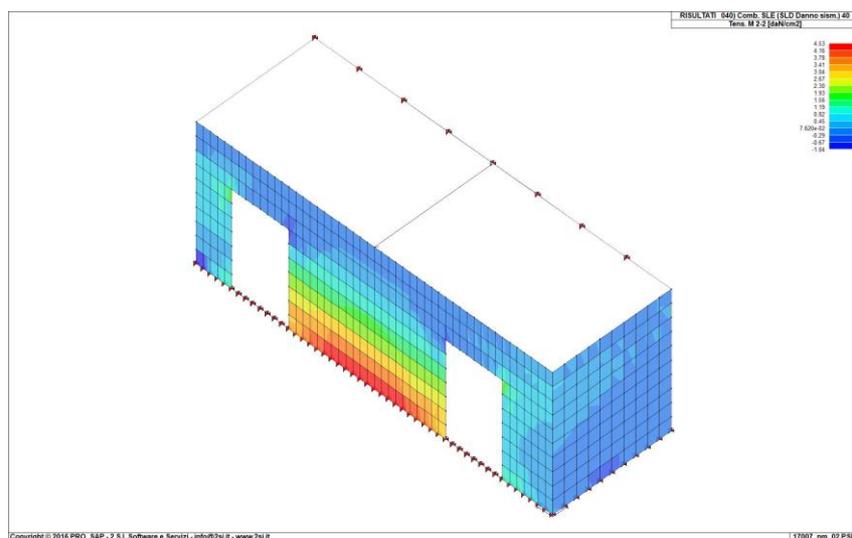


Figura 2-45. Comb. sismica SLD – Momento M3

### 2.9.4 Sollecitazioni SLD\_Y

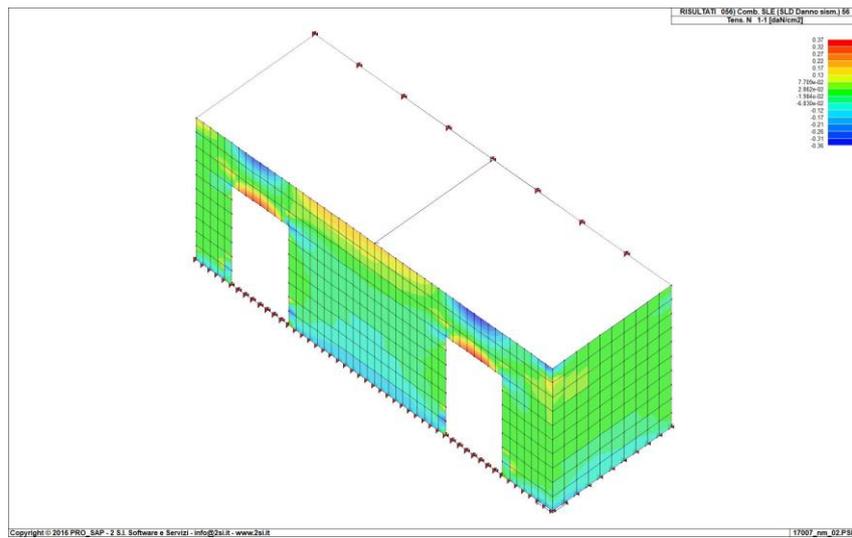


Figura 2-46. Comb. sismica SLD- Sforzo Normale

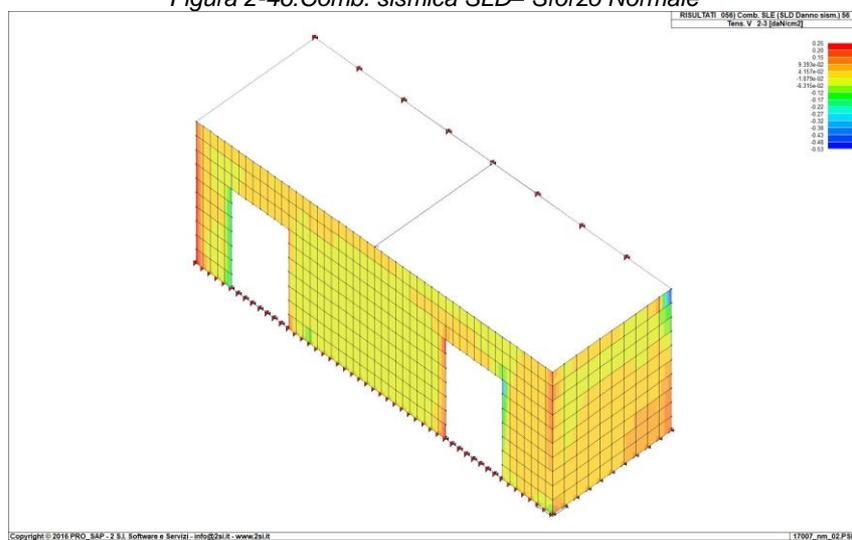


Figura 2-47. Comb. sismica SLD – Taglio V2

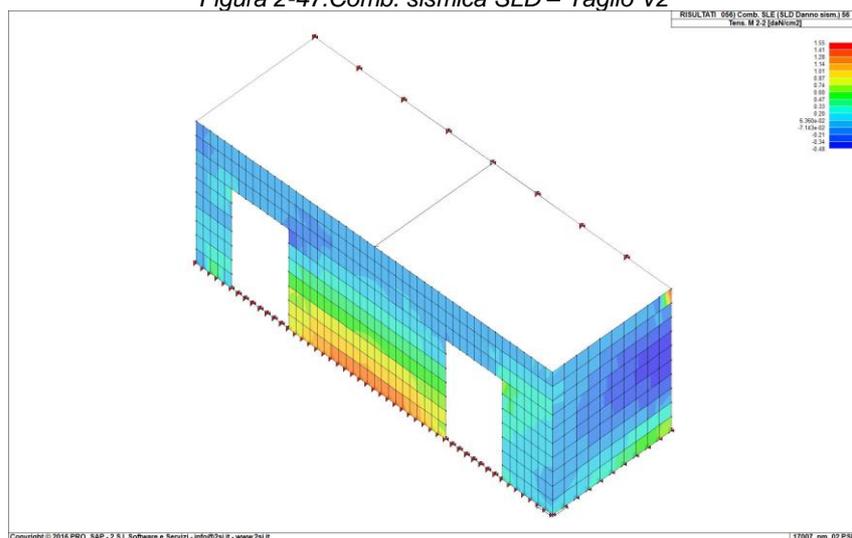
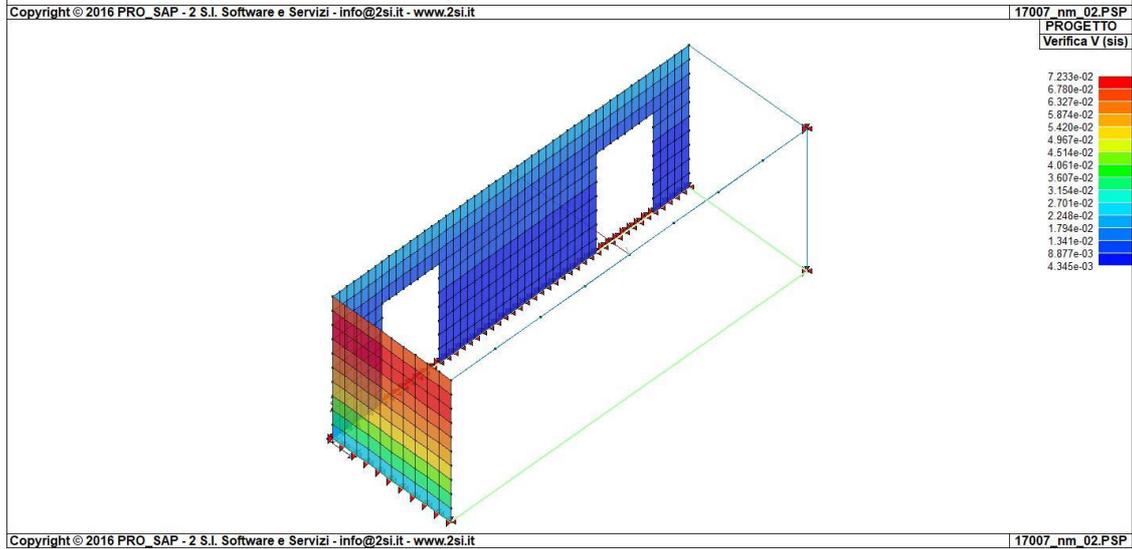
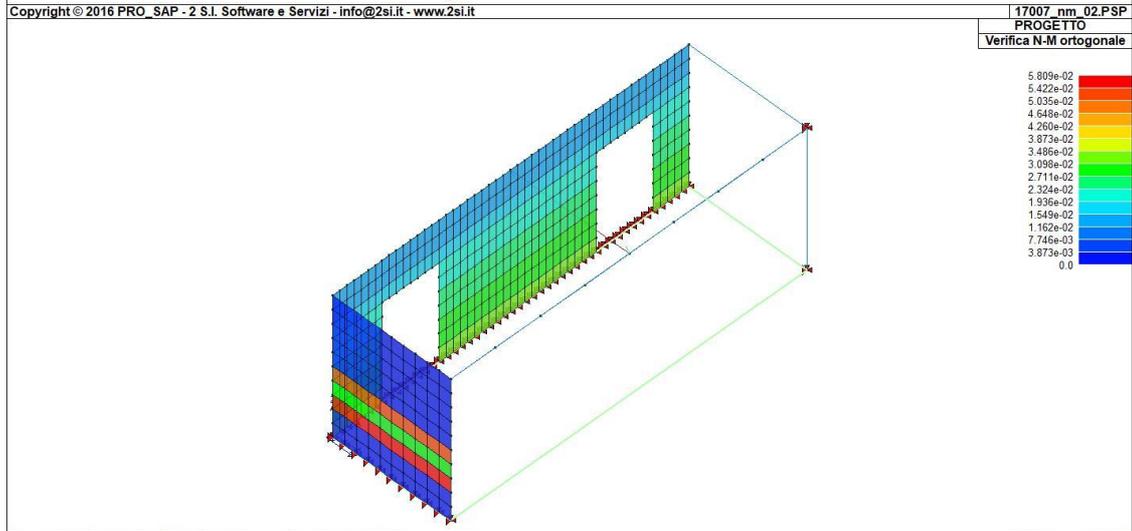
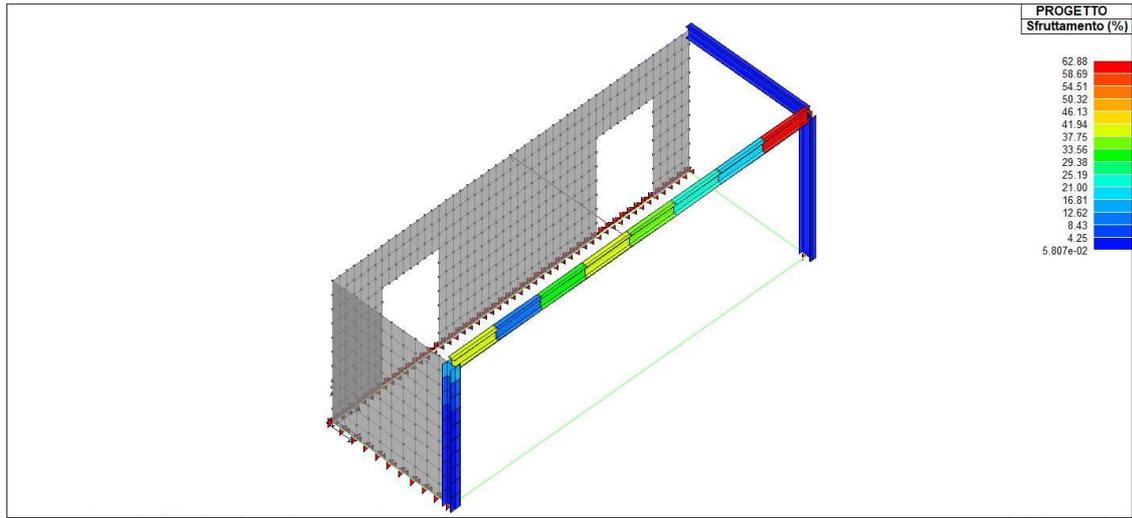
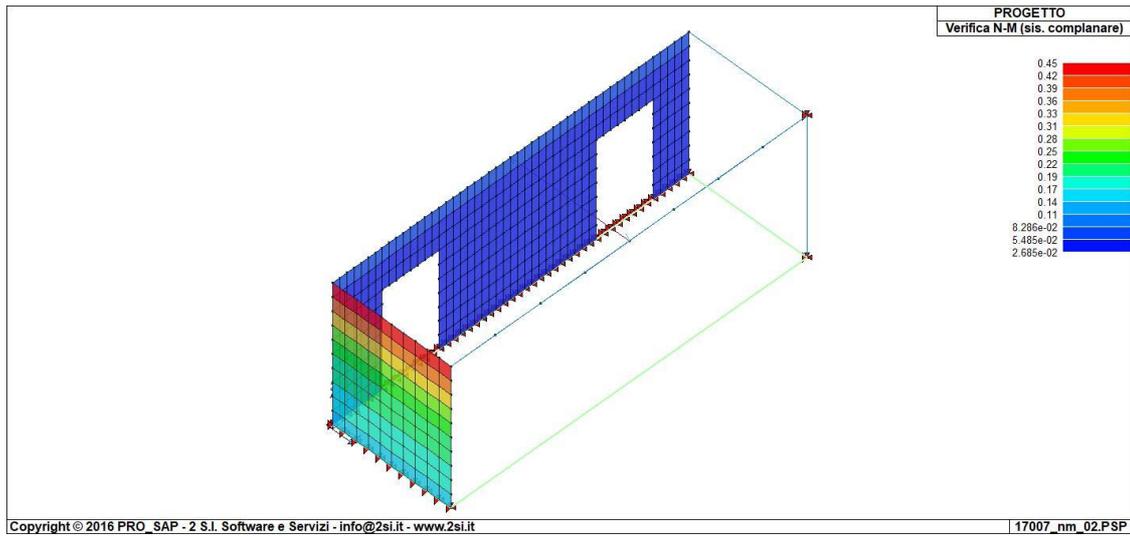


Figura 2-48. Comb. sismica SLD – Momento M3

## 2.10 Verifiche strutturali





### 3 Ristrutturazione nuovo Core Lab

#### 3.1 Descrizione dell'intervento

Il progetto prevede la ristrutturazione del Core Lab con l'eliminazione di alcuni elementi in carpenteria metallica e l'introduzione di nuovi a supporto del solaio di copertura esistente.

#### 3.2 Proprietà dei Materiali utilizzati

##### Acciaio

Parametri di calcolo dell'acciaio							
Cavo				Capochiave			
E [daN/cm <sup>2</sup> ]	f <sub>y</sub> [daN/cm <sup>2</sup> ]	Peso specifico [daN/mc]	deformazione limite [%]	E [daN/cm <sup>2</sup> ]	f <sub>y</sub> [daN/cm <sup>2</sup> ]	Peso specifico [daN/mc]	deformazione limite [%]
2100000	2750	7850	1.00	2100000	2750	7850	1.00

#### 3.3 Azione sismica di riferimento

##### 3.3.1 Vita nominale e Coefficiente d'uso

La vita nominale di un'opera strutturale è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, soggetta a manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale varia in funzione del tipo di costruzione considerata; nel caso in esame, secondo la Tabella 2.4.I delle Norme Tecniche per le Costruzioni, si ricava una vita nominale  $V_N$  pari o superiore a **50** anni per edifici considerati opere ordinarie.

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale $V_N$ (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva <sup>1</sup>	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in quattro classi d'uso. La struttura oggetto di verifica è classificata come appartenente alla **Classe III** in quanto il suo utilizzo prevede affollamenti.

Il valore del coefficiente d'uso  $C_U$  è definito, al variare della classe d'uso; nel caso in esame è pari a 1.5, come indicato in Tabella 2.4.II delle Norme Tecniche per le Costruzioni.

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0,7	1,0	1,5	2,0

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava come indicato di seguito:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

##### 3.3.2 Stati limite e relative probabilità di superamento

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla pericolosità sismica del sito di costruzione. Essa è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{V_R}$ , nel periodo di riferimento  $V_R$ .

Secondo le NTC 2008, le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{V_R}$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_C^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Le NTC 2008 forniscono per tutti i siti i valori dei tre parametri citati necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite ultimi e di esercizio sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso. Gli stati limite di esercizio sono lo stato limite di operatività SLO e lo stato limite di danno SLD, mentre gli stati limite ultimi sono lo stato limite di salvaguardia della vita SLV e lo stato limite di prevenzione del collasso SLC.

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$  sono riportate in Tabella

Tabella 3.1 - Probabilità di superamento al variare dello stato limite considerato.

Stati limite		$P_{VR}$
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limiteultimi	SLV	10%

### 3.3.3 Valutazione dell' azione sismica

L'azione sismica è caratterizzata da tre componenti traslazionali, due orizzontali, X e Y, e una verticale, indicata con Z, considerate tra loro indipendenti. Nel caso in esame la componente verticale non è stata considerata, secondo le indicazioni fornite dalle NTC al capitolo 7.

Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta, ricavato come indicato al paragrafo 3.2.3 delle Norme Tecniche per le Costruzioni. Lo spettro elastico della componente orizzontale è definito dalle espressioni seguenti:

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

nelle quali T e  $S_e$  sono il periodo di vibrazione e l'accelerazione spettrale orizzontale.

Inoltre:

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediate la relazione seguente

$$S = S_S \cdot S_T$$

essendo  $S_S$  il coefficiente di amplificazione stratigrafica e  $S_T$  il coefficiente di amplificazione topografica;  $\eta$  è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi  $\xi$  diversi dal 5%, mediante la relazione

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55$$

dove  $\xi$  è valutato in base ai materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione;

$F_0$  è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima su sito di riferimento rigido orizzontale ed ha valore minimo pari a 2,2;

$T_C$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro, dato da

$$T_C = C_C \cdot T_C^*$$

dove  $C_C$  è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo;

$T_B$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto ad accelerazione costante dello spettro, dato da

$$T_B = T_C/3$$

$T_D$  è il periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro

### 3.3.4 Fattore di struttura

Struttura non regolare in pianta, regolare in altezza, progettata in bassa duttilità.

Sistema costruttivo: Muratura

Tipologia strutturale: Costruzioni in muratura ordinaria

Tipologia di edificio: costruzioni in muratura ordinaria ad un piano

$q_0 = 2,00$

$au/a_1 = 1,20$

$K_r = 1,00$

Valore fattore di struttura  $q$  da utilizzare: 2.40

## 3.4 Analisi strutturale

### 3.4.1 Analisi dei carichi

#### 3.4.1.1 Carichi permanenti e variabili

Il peso proprio degli elementi strutturali, elementi verticali e orizzontali, è stato applicato direttamente agli elementi stessi a seconda delle caratteristiche geometriche e materiche.

Sono stati considerati i seguenti carichi agenti sulla struttura:

Carico permanente  $G_k$

**TOT 2.51 kN/m<sup>2</sup>**

#### b) Solaio di copertura

- P.P. soletta in cls collaborante	[s=0.10 m]	1.90 kN/m <sup>2</sup>
- P.P. Isolamento termico	[0.08+0.08 m Polistirene estruso]	0.06 kN/m <sup>2</sup>
- P.P. Massetto di pendenza	[h, media =0.075 m]	1.50 kN/m <sup>2</sup>

Sovraccarico dovuto alla manutenzione in copertura  $Q_k$

**0.50 kN/m<sup>2</sup>**

Per la determinazione dei pesi specifici si è fatto riferimento alle N.T.C.2008 , tab. 3.1.I.

### 3.4.2 Carico Neve

Zona Neve = III

$C_e$  (coeff. di esposizione al vento) = 1,00

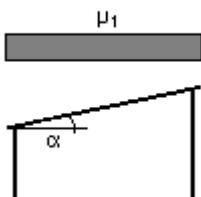
Valore caratteristico del carico al suolo ( $q_{sk} C_e$ ) = 74 daN/mq

Copertura ad una falda:

Angolo di inclinazione della falda  $\alpha = 8,0^\circ$

$\mu_1 = 0,80 \Rightarrow Q_1 = 60 \text{ daN/mq}$

Schema di carico:



### 3.4.3 Combinazioni delle azioni

#### 3.4.3.1 Combinazioni statiche

I calcoli e le verifiche strutturali sono state condotte applicando le prescrizioni imposte dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14 gennaio 2008.

Le strutture sono state, in primo luogo, sottoposte ad un'analisi di tipo statico lineare; si è proceduto alla valutazione sia degli stati limite ultimi sia degli stati limite di esercizio. Come previsto dalle NTC 2008 nel paragrafo 2.5.3, ai fini delle verifiche degli stati limite sono state utilizzate le seguenti combinazioni delle azioni:

- combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi;

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} Q_{k3} + \dots$$

- combinazione rara, impiegata per gli stati limite di esercizio;

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio reversibili;

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} Q_{k1} + \psi_{22} Q_{k2} + \psi_{23} Q_{k3} + \dots$$

- combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti a lungo termine;

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} Q_{k1} + \psi_{22} Q_{k2} + \psi_{23} Q_{k3} + \dots$$

Nella definizione delle combinazioni delle azioni si intendono con il termine  $G$  le azioni permanenti, con il termine  $Q$  le azioni variabili e con il termine  $P$  le azioni di pretensione e precompressione. I valori dei coefficienti parziali per le azioni nelle verifiche a stato limite ultimo e dei coefficienti di combinazione sono riportati nelle tabelle successive.

**Tabella 3.2. Coefficienti parziali per le azioni**

		Coefficiente	
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	1,0
	sfavorevoli		1,3
Carichi permanenti non strutturali	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,0
	sfavorevoli		1,5
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,0
	sfavorevoli		1,5

**Tabella 3.3. Valori dei coefficienti di combinazione.**

Categoria	$\psi_{0j}$	$\psi_{1j}$	$\psi_{2j}$
Categoria C			
Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota <1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0

#### 3.4.3.2 Combinazioni dinamiche

La struttura è stata sottoposta ad analisi dinamiche modali allo scopo di analizzare i modi di vibrazione della struttura. Si ricorda che nell'ambito di un'analisi dinamica lineare si considera un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore all'85%.

La combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica, assume la seguente formulazione:

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

dove:

- E è il valore dell'azione sismica per il caso in esame;
- $G_k$  è il valore caratteristico delle azioni permanenti;
- P è il valore caratteristico delle azioni di precompressione;
- $Q_{kj}$  sono i valori caratteristici delle azioni  $Q_i$  variabili tra loro indipendenti;
- $\psi_{ij}$  sono i coefficienti di combinazione come in combinazioni statiche.

Gli effetti dell'azione sismica sono stati valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj}$$

Nel caso di analisi lineari (statica e modale), i valori massimi della risposta ottenuti da ciascuna delle due azioni orizzontali applicate separatamente sono combinati sommando ai massimi ottenuti per l'azione applicata in una direzione, il 30% dei massimi ottenuti per l'azione applicata nell'altra direzione.

$$E_{totx} = \mp E_x \mp 0.30 E_y$$

$$E_{toty} = \mp E_y \mp 0.30 E_x$$

### 3.4.4 Ipotesi di base della modellazione numerica

#### 3.4.4.1 Modello strutturale

La struttura è stata analizzata con l'ausilio del software di calcolo PRO\_SAP, di cui si riportano titolo, produttore e distributore, versione, estremi della licenza d'uso:

**Tabella 3-4. Informazioni sul codice di calcolo.**

Titolo	PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program
Versione	PROFESSIONAL (RY2013 (c)(vers. 11.6.0))
Produttore-Distributore	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara
Codice Licenza	Licenza dsi4338

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione. E' possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link:

<http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm>.

## 3.5 Progetto dell'intervento

### 3.5.1 Risultati della modellazione numerica

Si riportano di seguito i risultati della modellazione numerica in termini di spostamento massimo e di sollecitazioni più sfavorevoli, per le varie combinazioni statiche e dinamiche delle azioni.

#### 3.5.1.1 Analisi statica lineare

##### 3.5.1.1.1 Spostamenti SLU

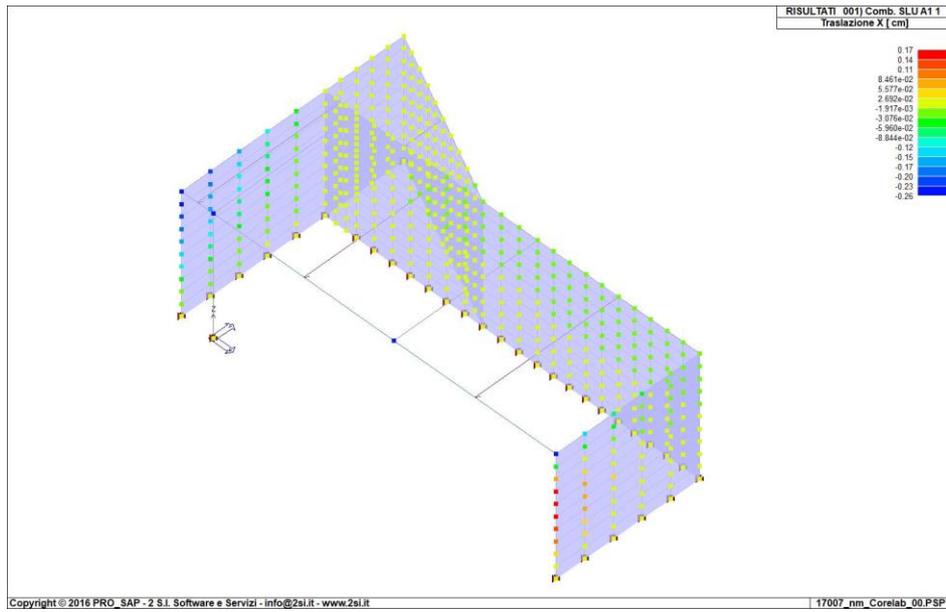


Figura 3-1. Comb. Fondamentale - Traslazioni massime X

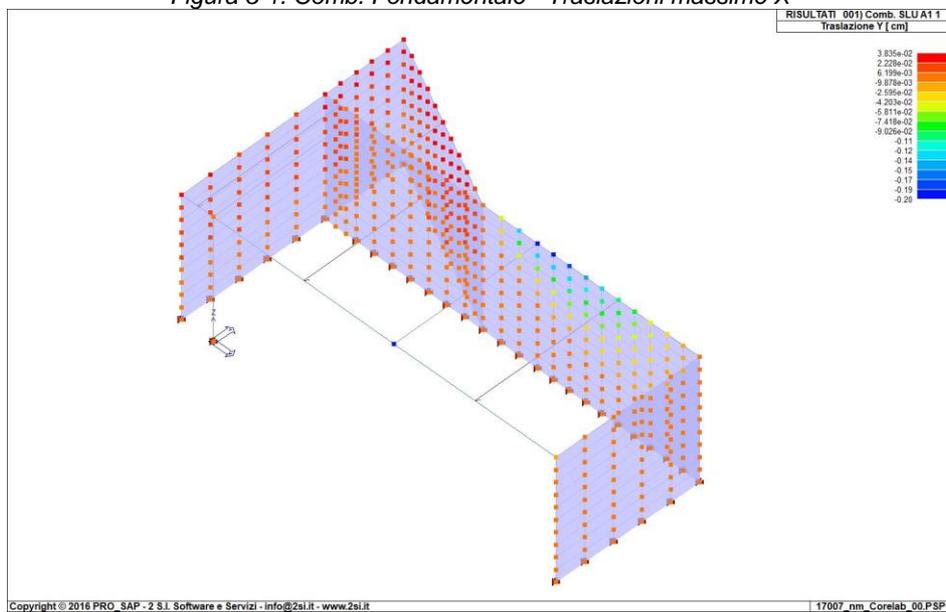


Figura 3-2. Comb. Fondamentale - Traslazioni massime Y

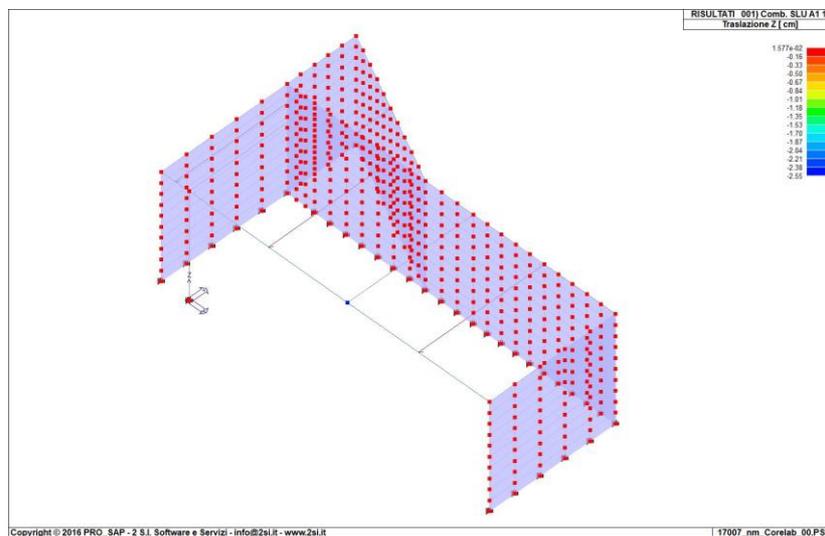


Figura 3-3. Comb. Fondamentale - Traslazioni massime Z

3.5.1.1.2 Spostamenti SLE

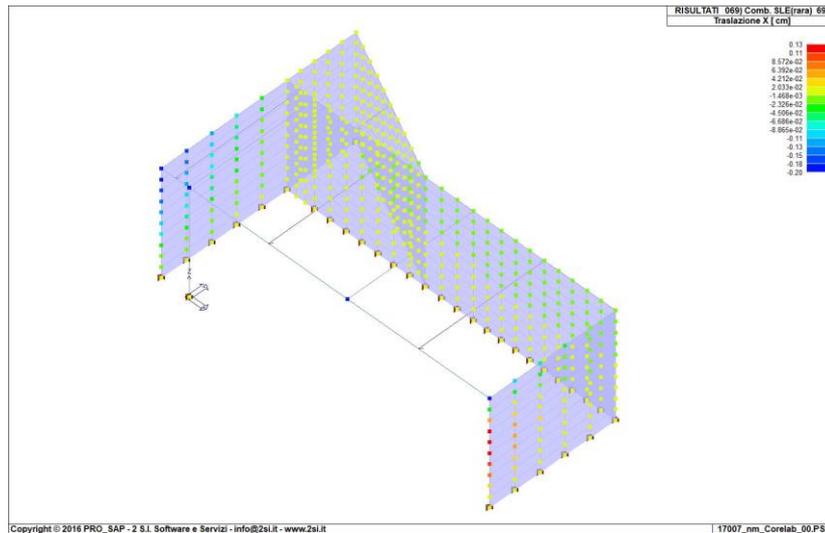


Figura 3-4. Comb. Rara - Traslazioni massime X

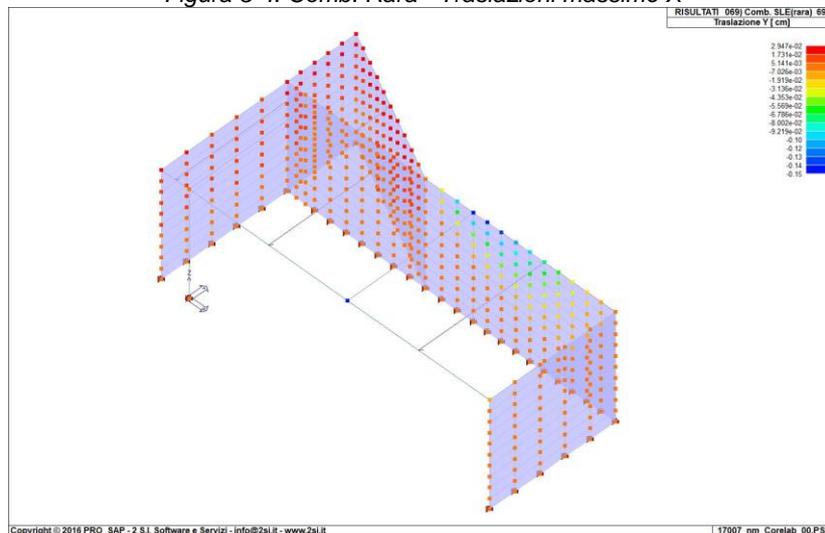


Figura 3-5. Comb. Rara - Traslazioni massime Y

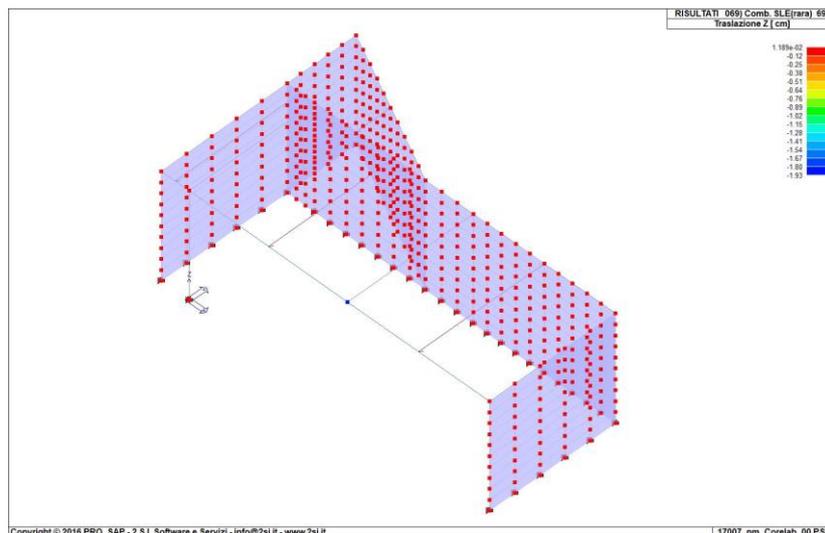


Figura 3-6. Comb. Rara - Traslazioni massime Z

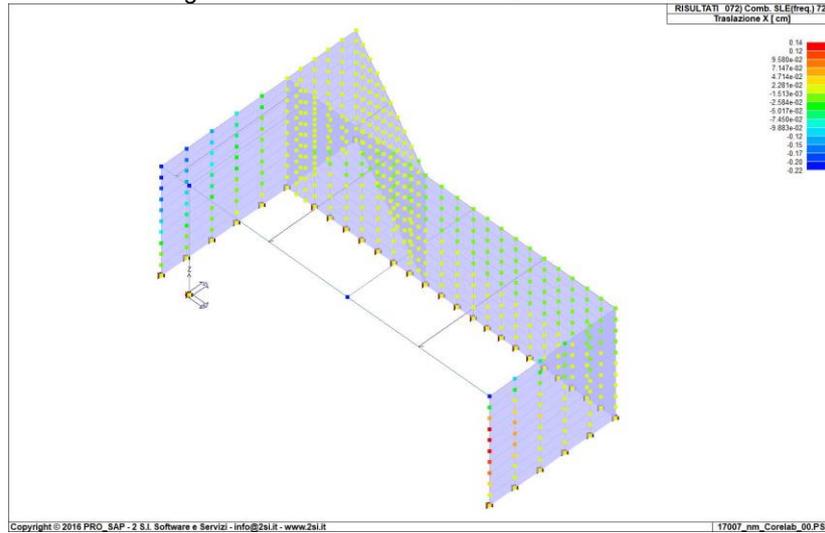


Figura 3-7. Comb. Frequente - Traslazioni massime X

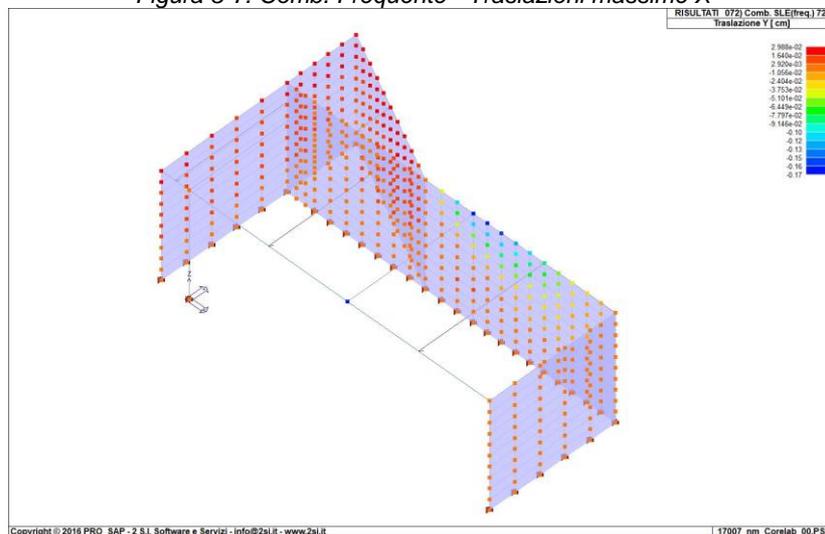


Figura 3-8. Comb. Frequente - Traslazioni massime Y

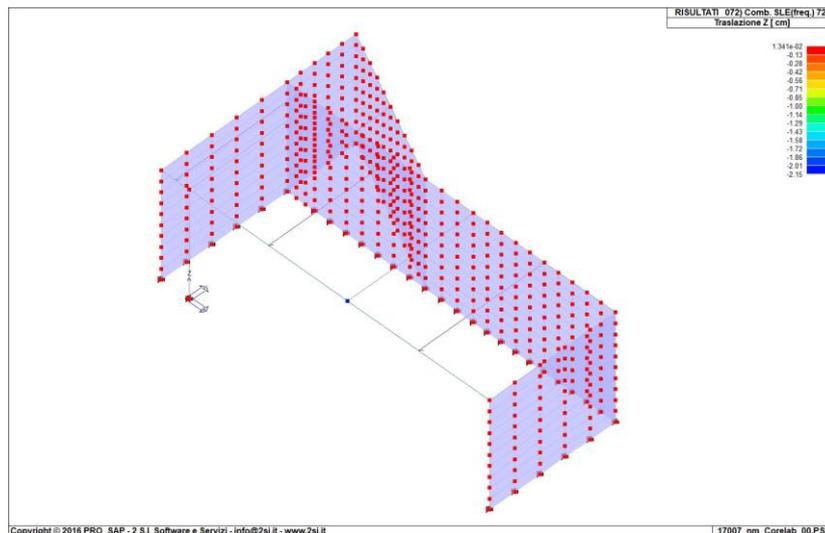


Figura 3-9. Comb. Frequente - Traslazioni massime Z

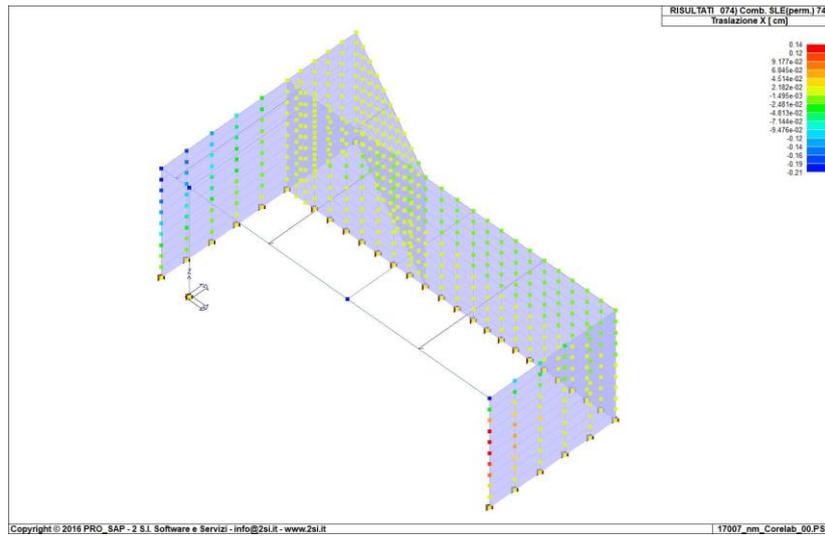


Figura 3-10. Comb. Quasi Perm. - Traslazioni massime X

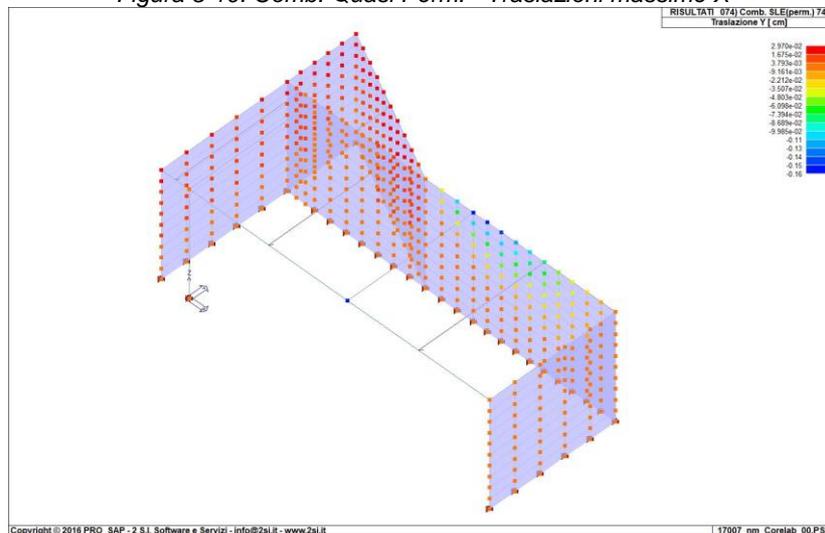


Figura 3-11. Comb. Quasi Perm. - Traslazioni massime Y

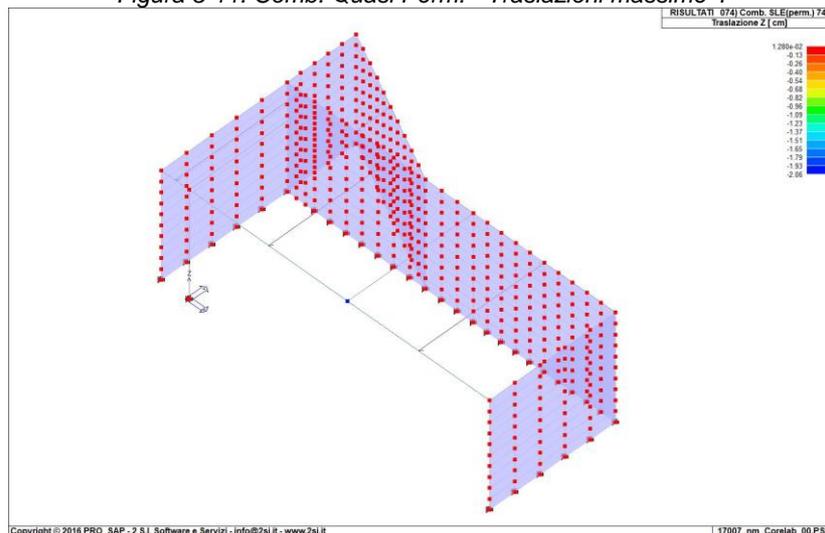


Figura 3-12. Comb. Quasi Perm. - Traslazioni massime Z

### 3.6 Sollecitazioni SLU

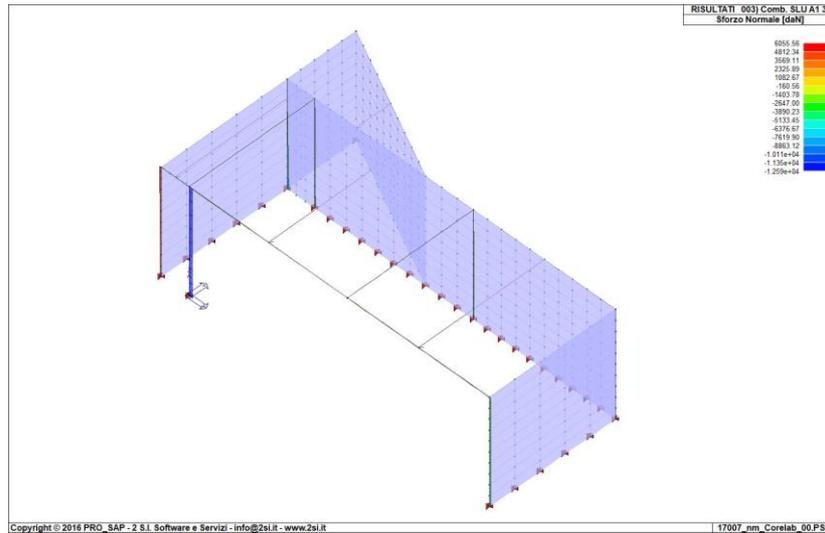


Figura 3-13.Comb. Fondamentale– Sforzo Normale

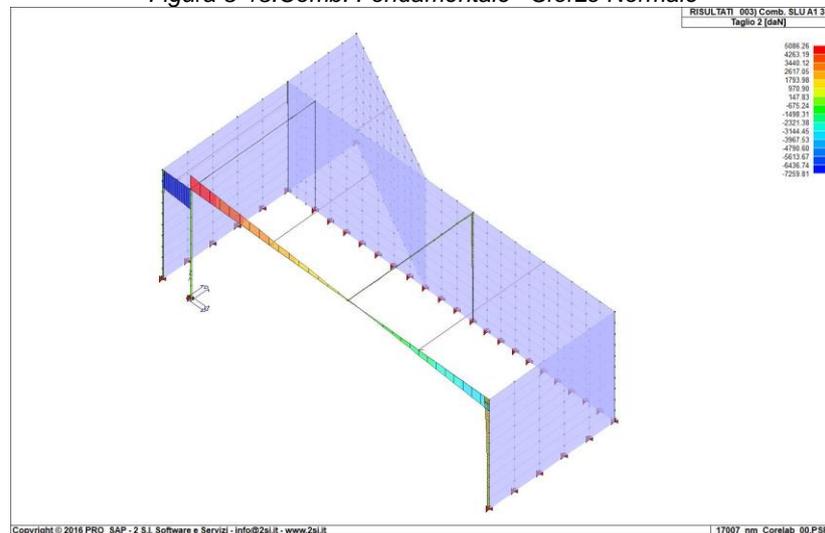


Figura 3-14.Comb. Fondamentale – Taglio V2

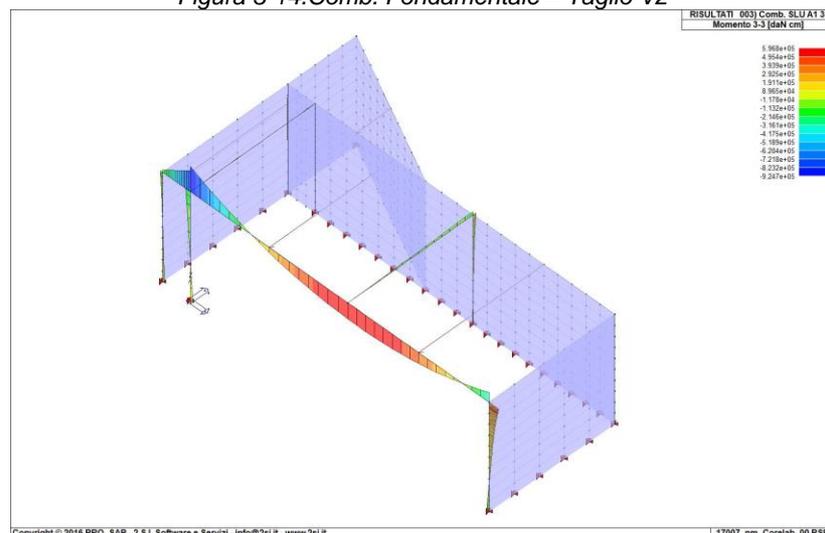


Figura 3-15.Comb. Fondamentale – Momento M3

### 3.7 Sollecitazioni SLE

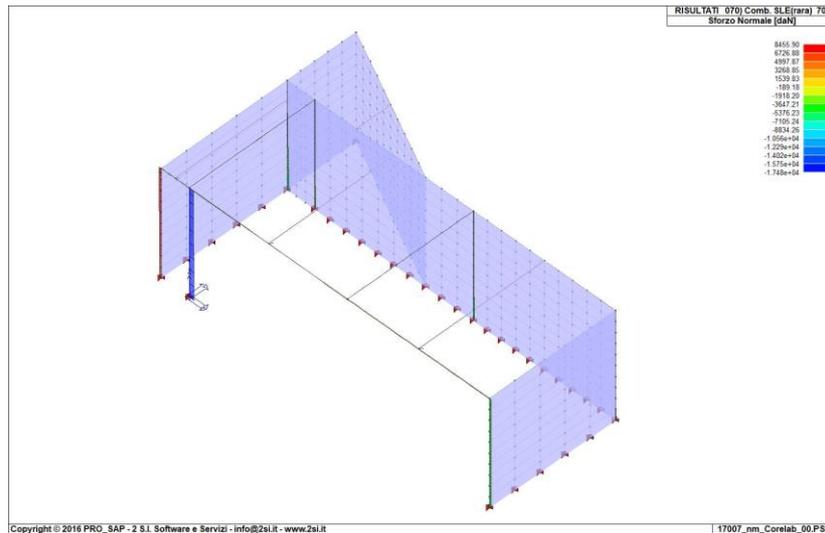


Figura 3-16.Comb. Rara – Sforzo Normale

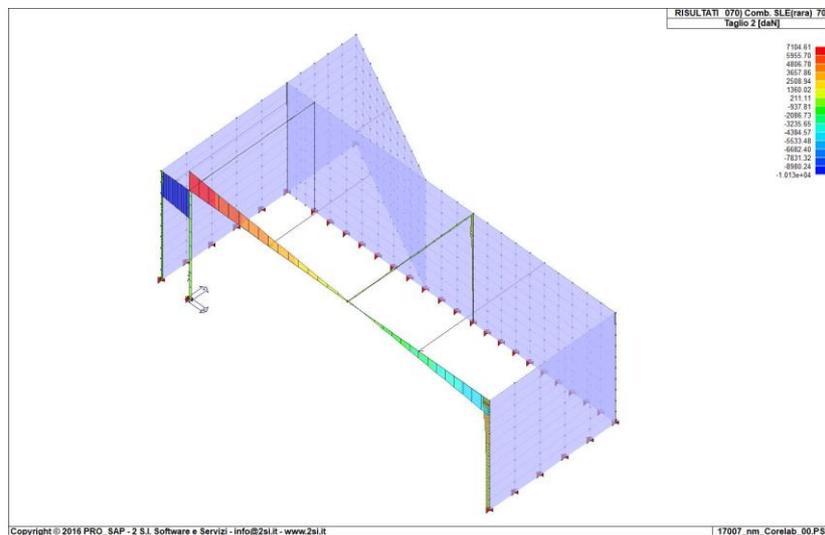


Figura 3-17.Comb. Rara – Taglio V2

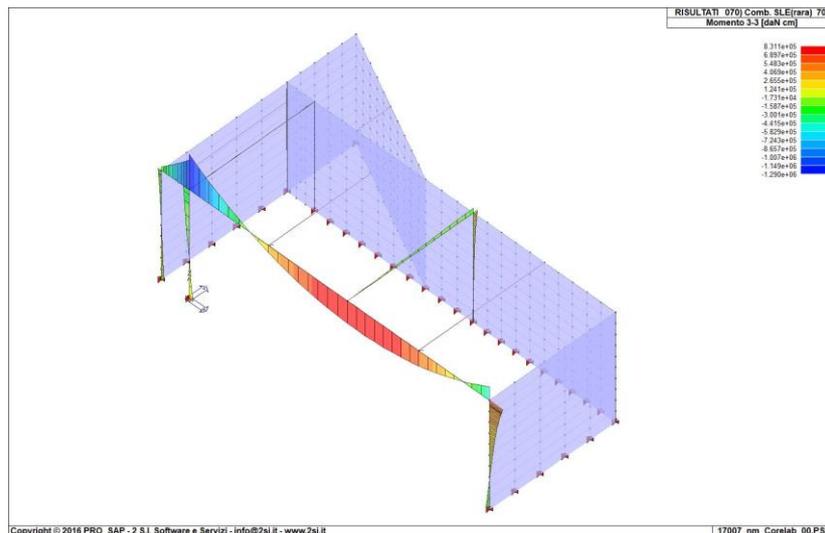


Figura 3-18.Comb. Rara – Momento M3

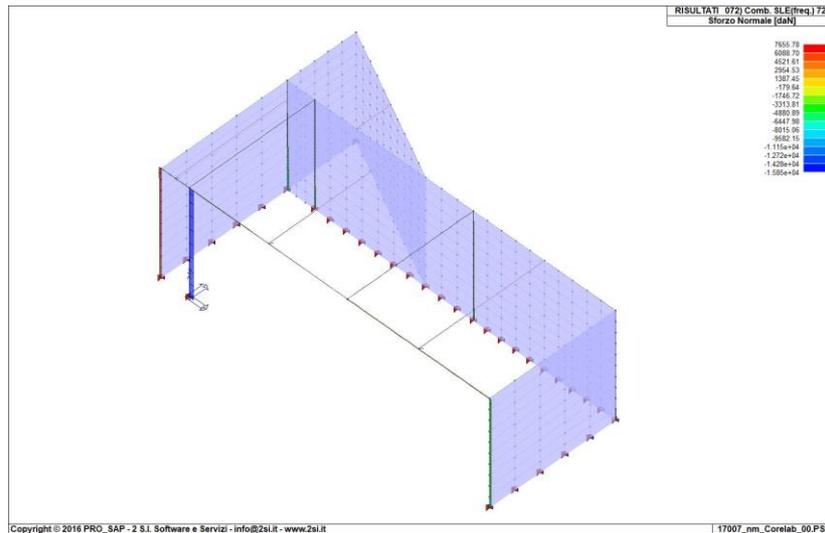


Figura 3-19. Comb. Frequente – Sforzo Normale

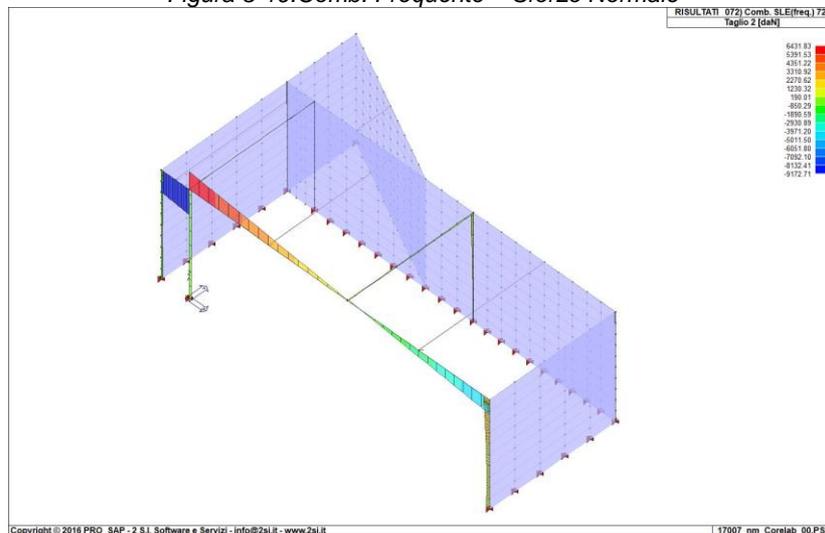


Figura 3-20. Comb. Frequente – Taglio V2

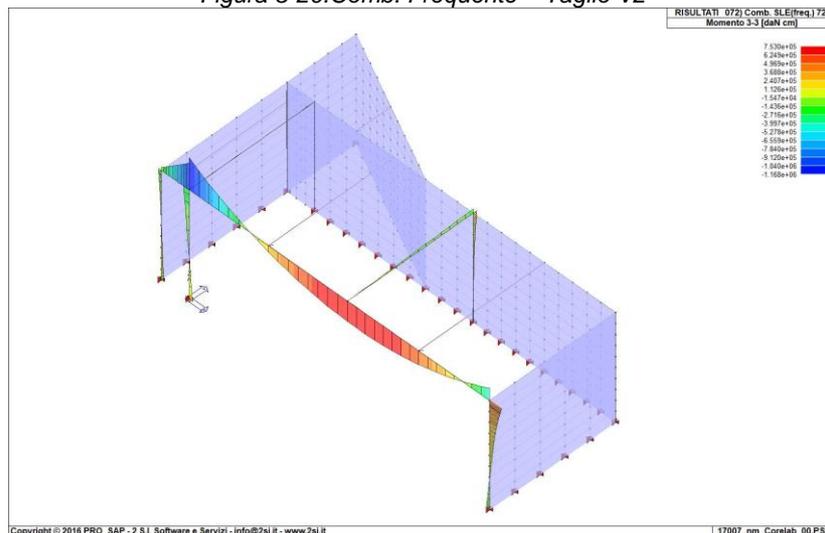


Figura 3-21. Comb. Frequente – Momento M3

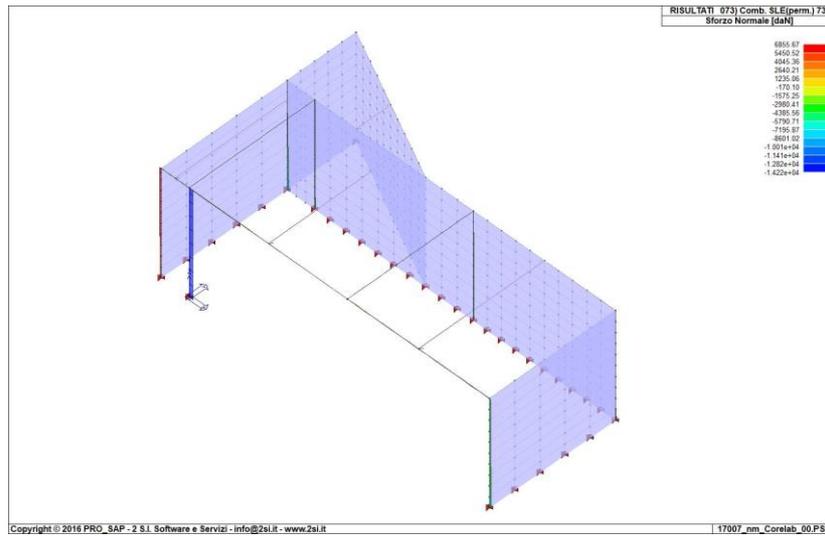


Figura 3-22. Comb. Quasi Perm. – Sforzo Normale

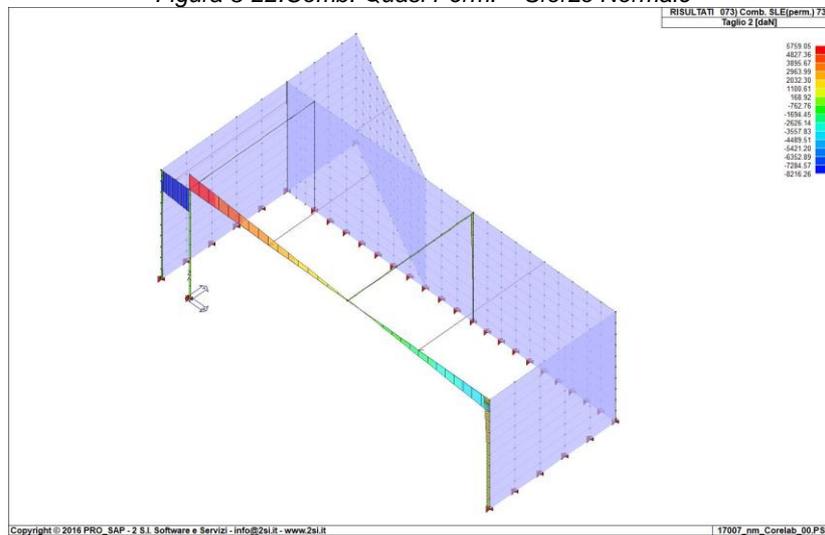


Figura 3-23. Comb. Quasi Perm. – Taglio V2

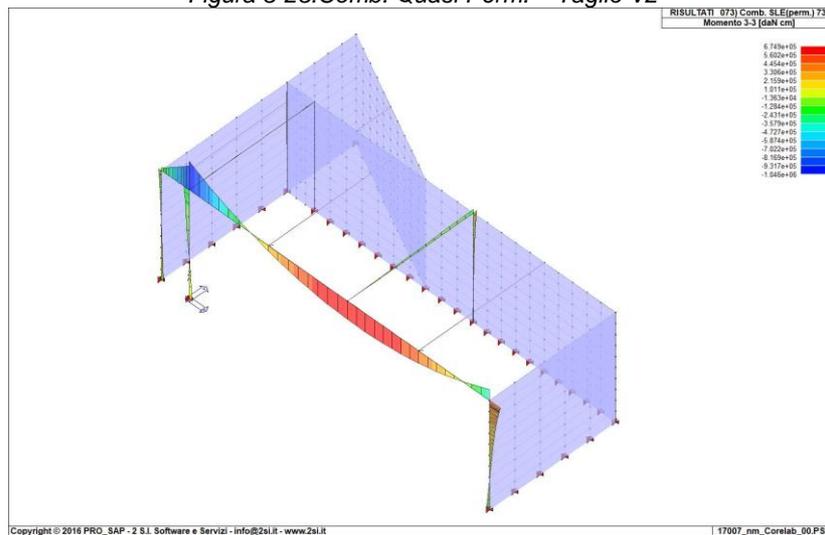


Figura 3-24. Comb. Quasi Perm. – Momento M3

### 3.8 Spostamenti

#### 3.8.1 Spostamenti SLV\_SISMA IN DIREZIONE X

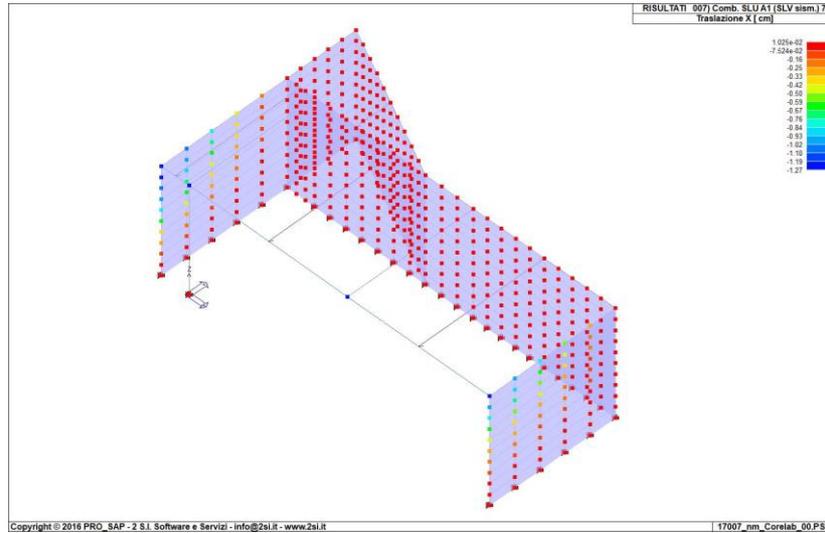


Figura 3-25. Comb. sismica SLV - Traslazioni massime X

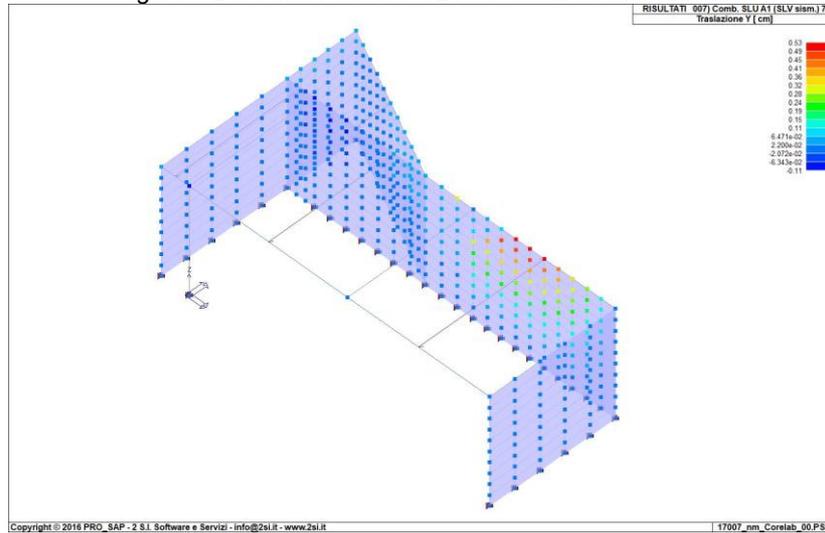


Figura 3-26. Comb. sismica SLV - Traslazioni massime Y

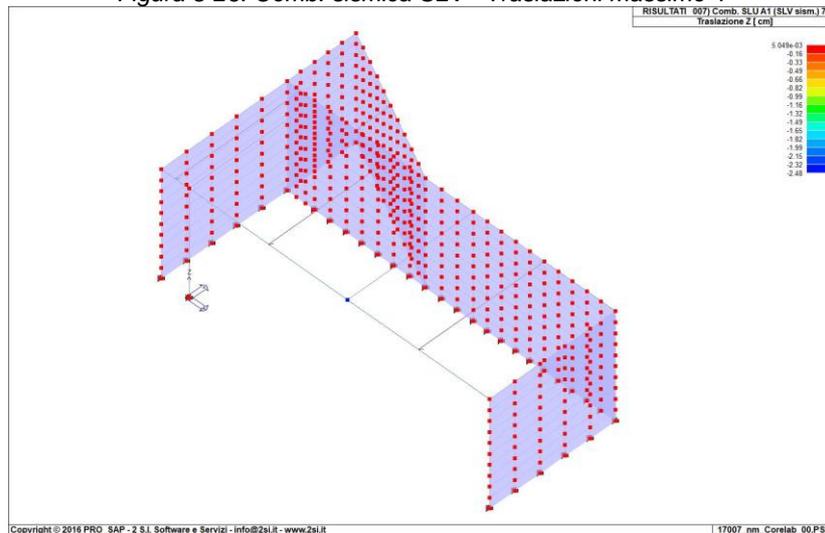


Figura 3-27. Comb. sismica SLV - Traslazioni massime Z

### 3.8.2 Spostamenti SLV\_SISMA IN DIRZIONE Y

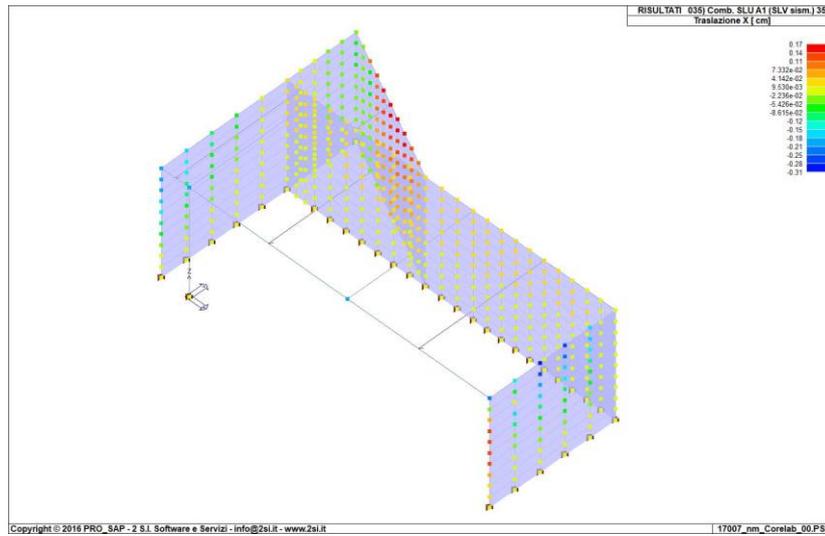


Figura 3-28. Comb. sismica SLV- Traslazioni massime X

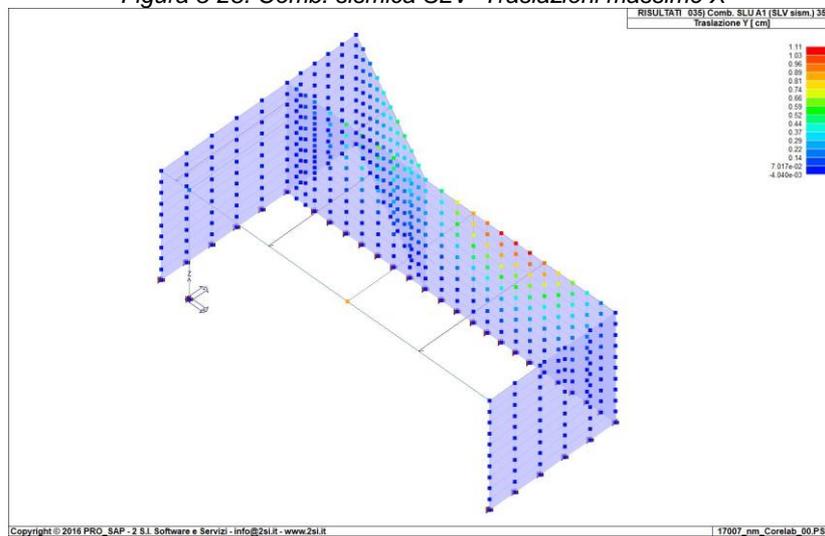


Figura 3-29. Comb. sismica SLV- Traslazioni massime Y

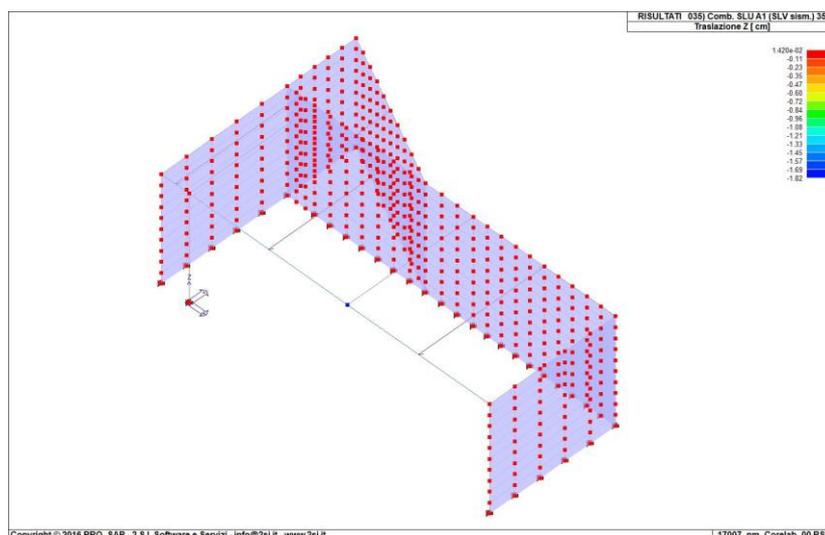


Figura 3-30. Comb. sismica SLV- Traslazioni massime Z

### 3.8.3 Spostamenti SLD\_SISMA IN DIREZIONE X

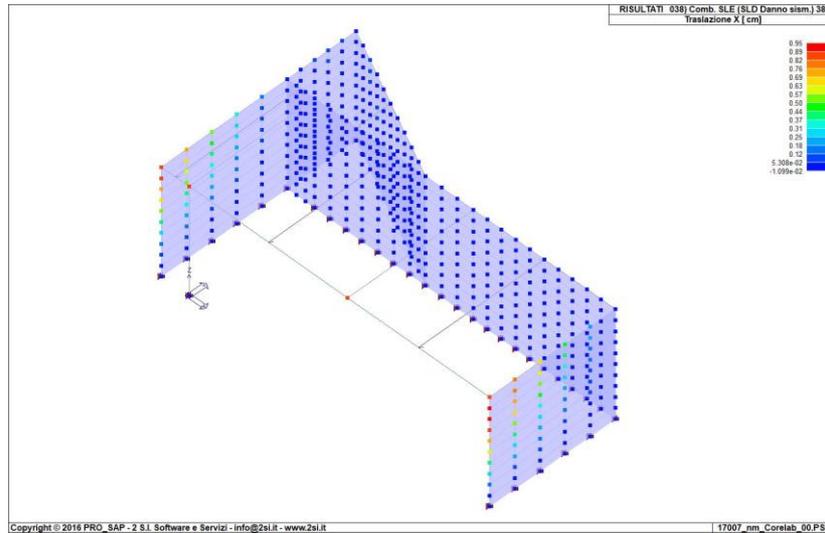


Figura 3-31. Comb. sismica SLD - Traslazioni massime X

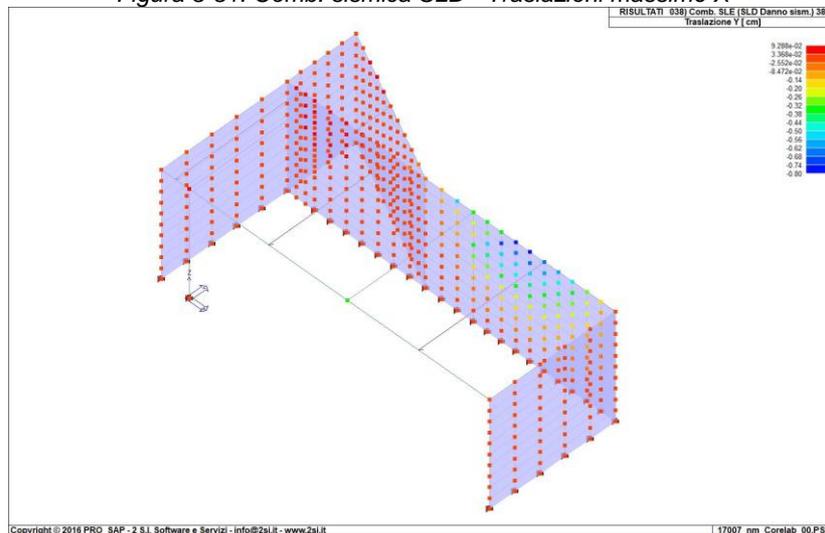


Figura 3-32. Comb. sismica SLD - Traslazioni massime Y

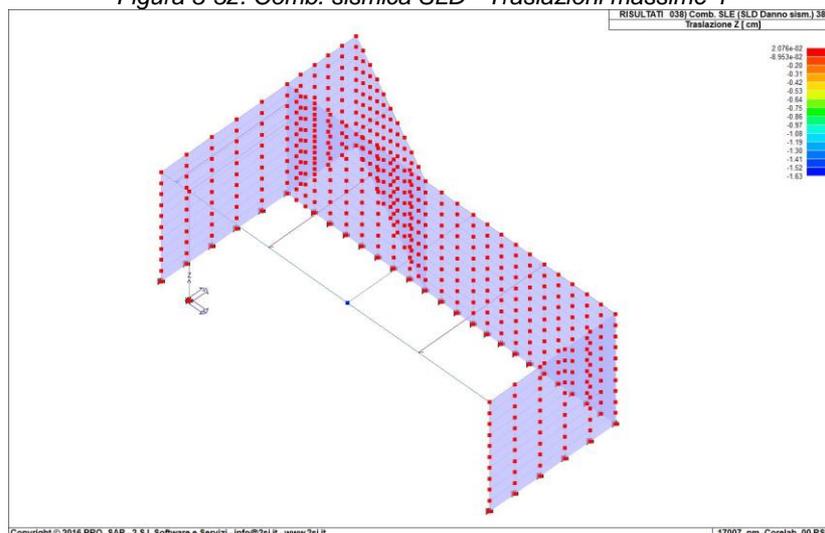


Figura 3-33. Comb. sismica SLD - Traslazioni massime Z

### 3.8.4 Spostamenti SLD\_SISMA IN DIREZIONE Y

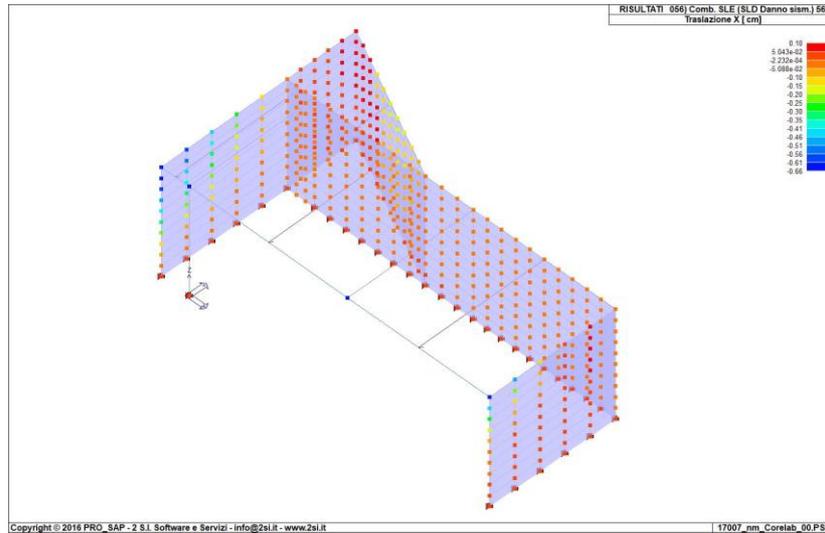


Figura 3-34. Comb. sismica SLD - Traslazioni massime X

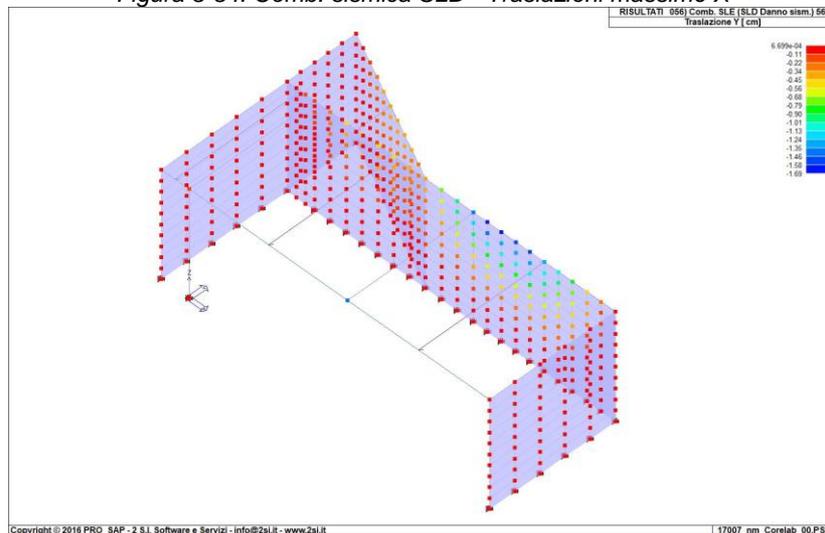


Figura 3-35. Comb. sismica SLD - Traslazioni massime Y

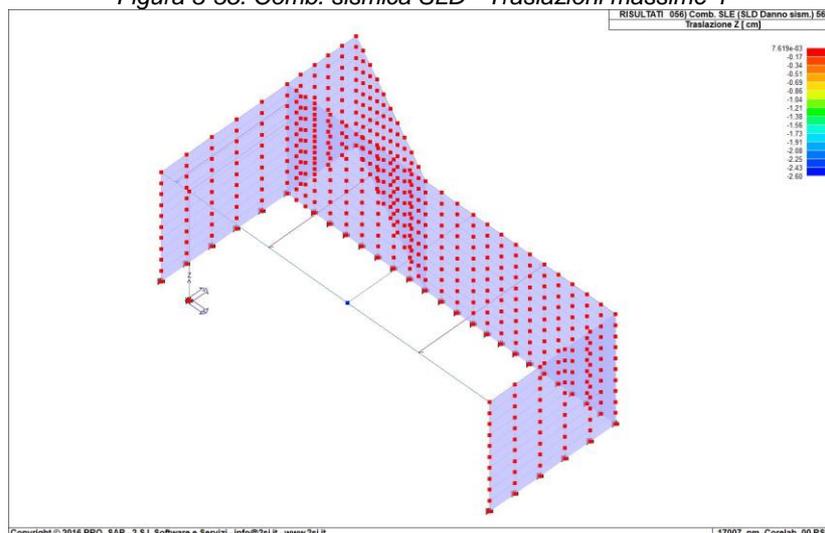


Figura 3-36. Comb. sismica SLD - Traslazioni massime Z

**3.9 Sollecitazioni**  
**3.9.1 Sollecitazioni SLV\_X**

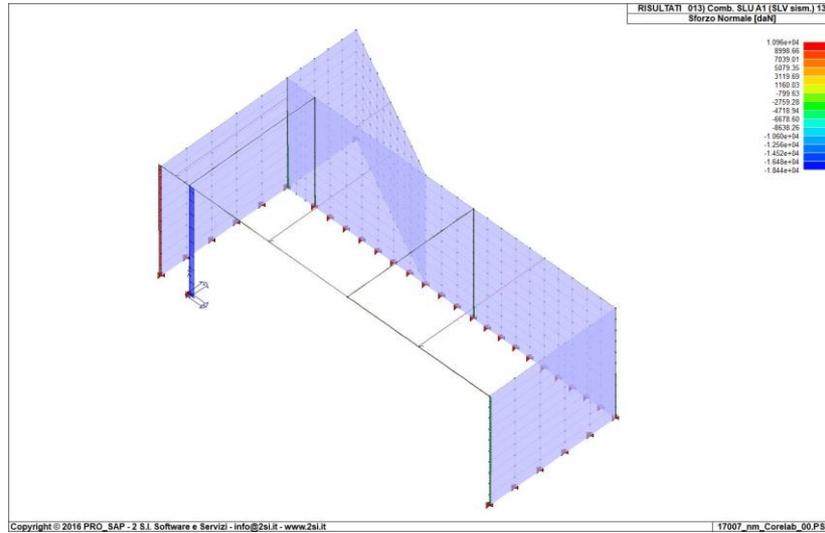


Figura 3-37. Comb. sismica SLV – Sforzo Normale

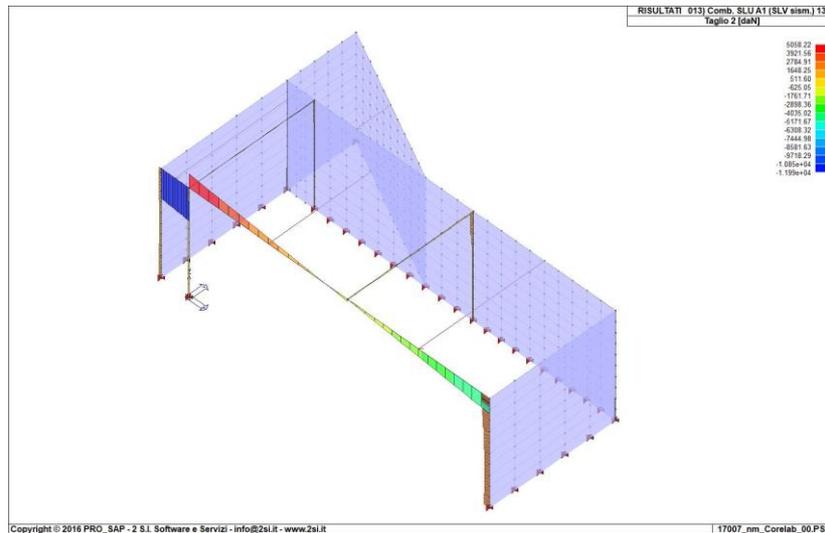


Figura 3-38. Comb. sismica SLV – Taglio V2

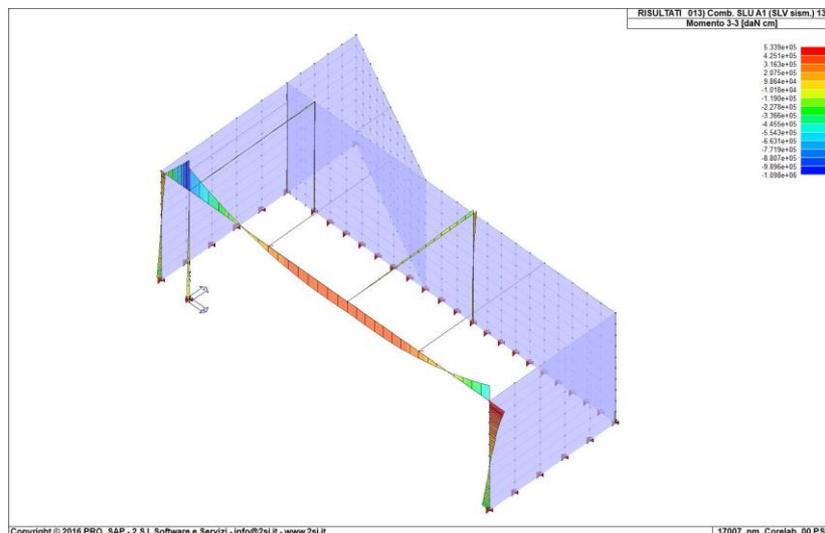


Figura 3-39. Comb. sismica SLV – Momento M3

### 3.9.1 Sollecitazioni SLV\_Y

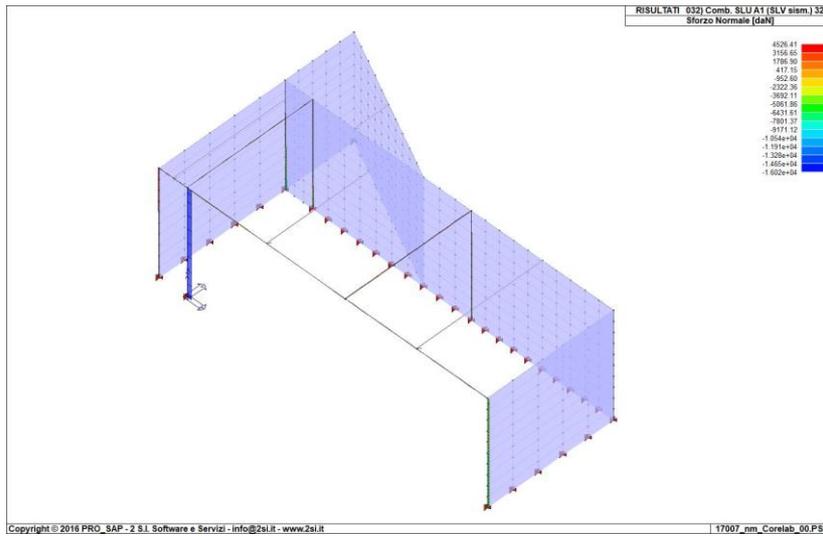


Figura 3-40. Comb. sismica SLV – Sforzo Normale

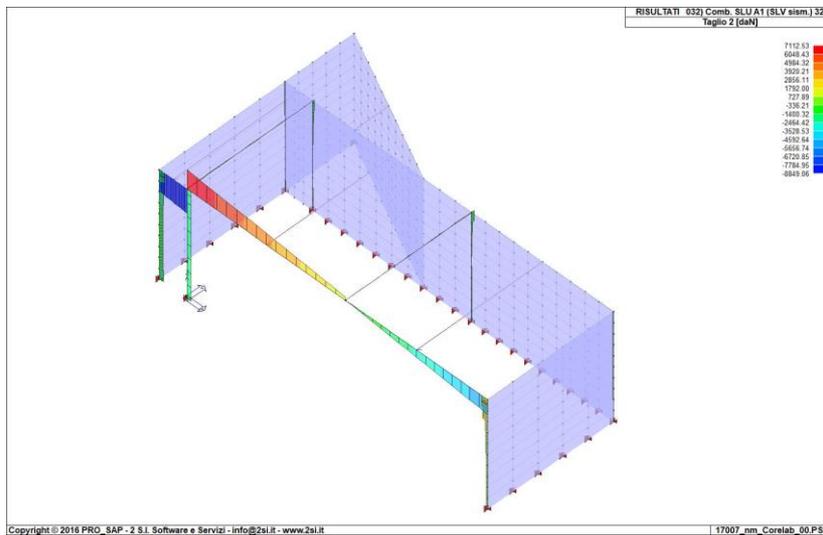


Figura 3-41. Comb. sismica SLV – Taglio V2

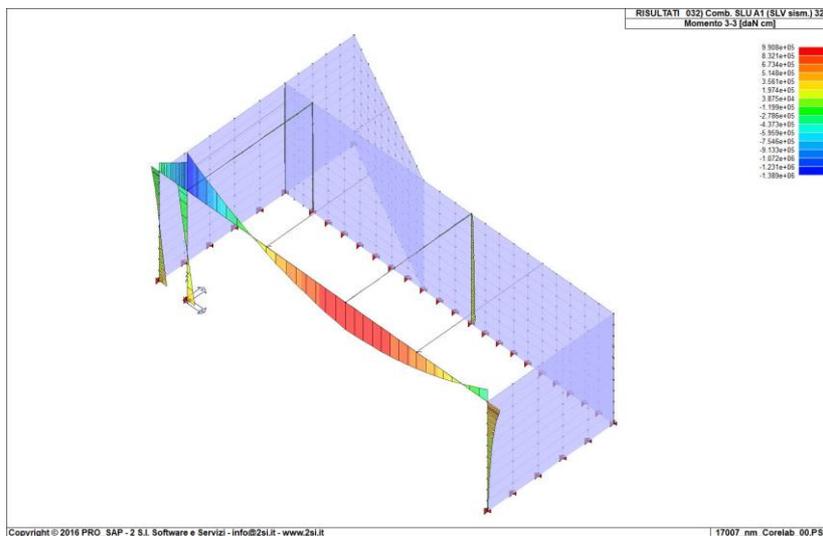


Figura 3-42. Comb. sismica SLV – Momento M3

### 3.9.2 Sollecitazioni SLD\_X

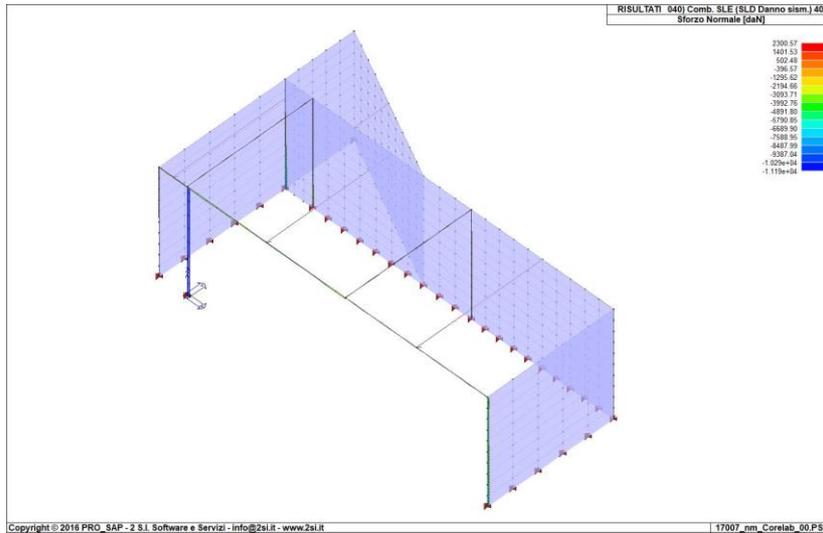


Figura 3-43. Comb. sismica SLD – Sforzo Normale

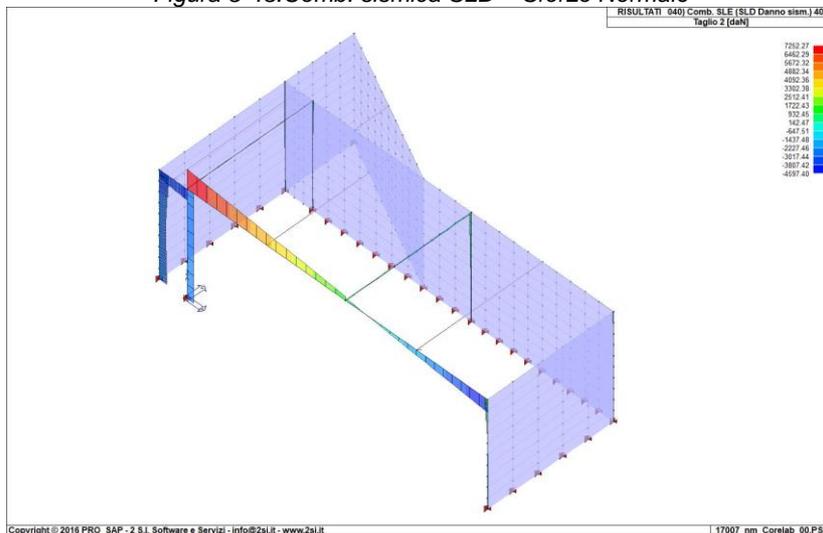


Figura 3-44. Comb. sismica SLD – Taglio V2

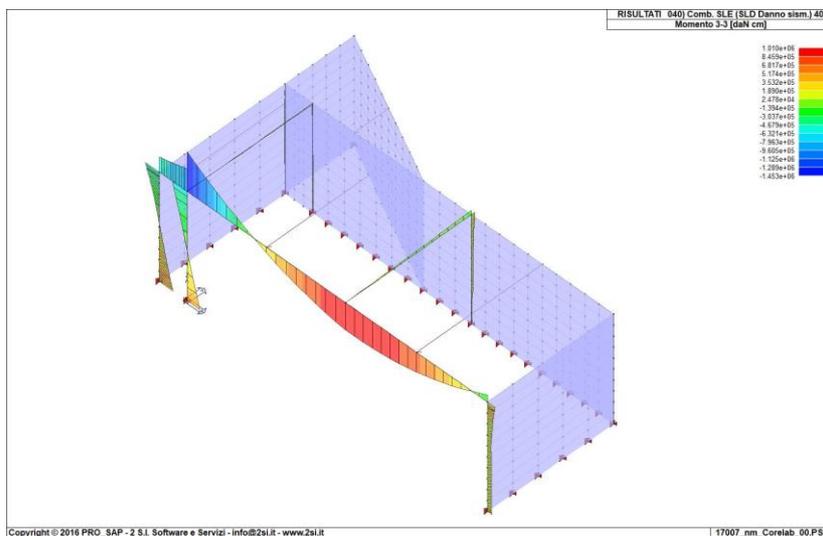


Figura 3-45. Comb. sismica SLD – Momento M3

### 3.9.3 Sollecitazioni SLD\_Y

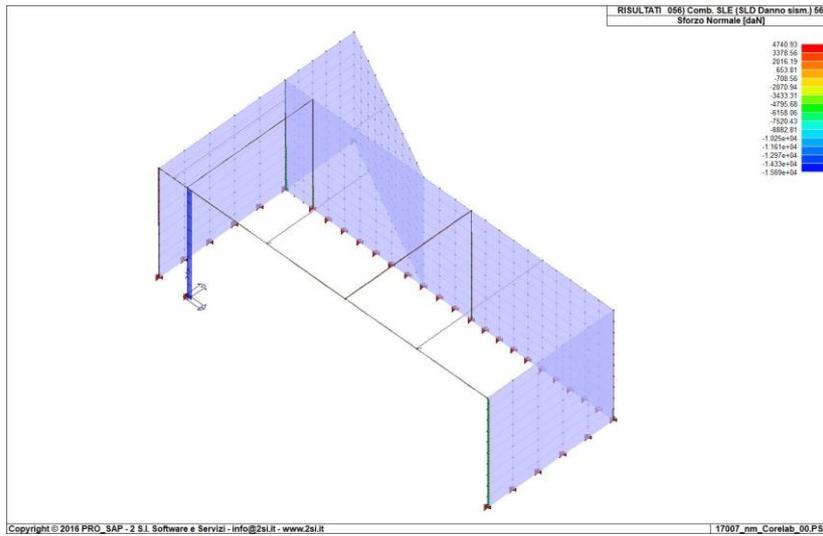


Figura 3-46.Comb. sismica SLD– Sforzo Normale

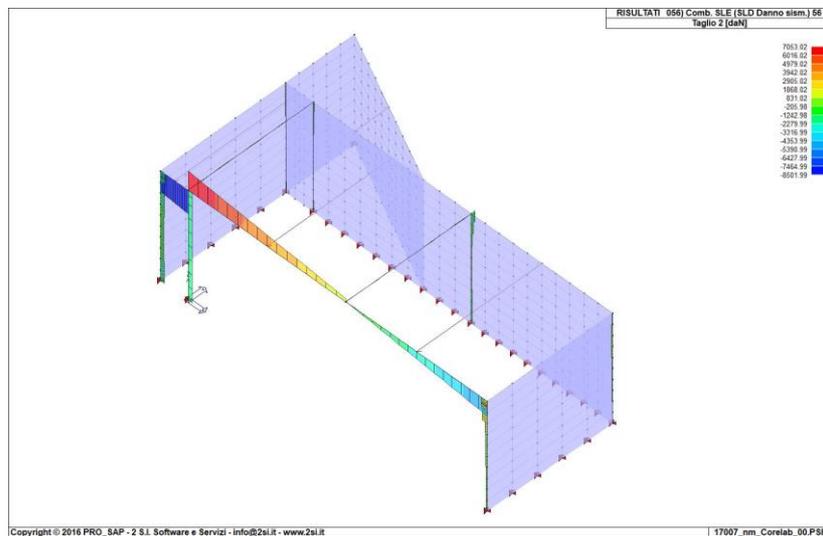


Figura 3-47.Comb. sismica SLD – Taglio V2

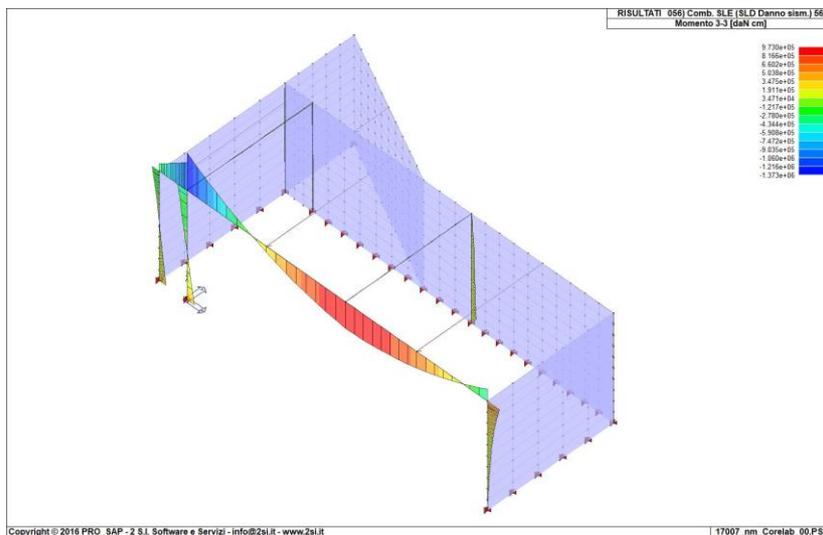


Figura 3-48.Comb. sismica SLD – Momento M3

### 3.10 Verifiche strutturali

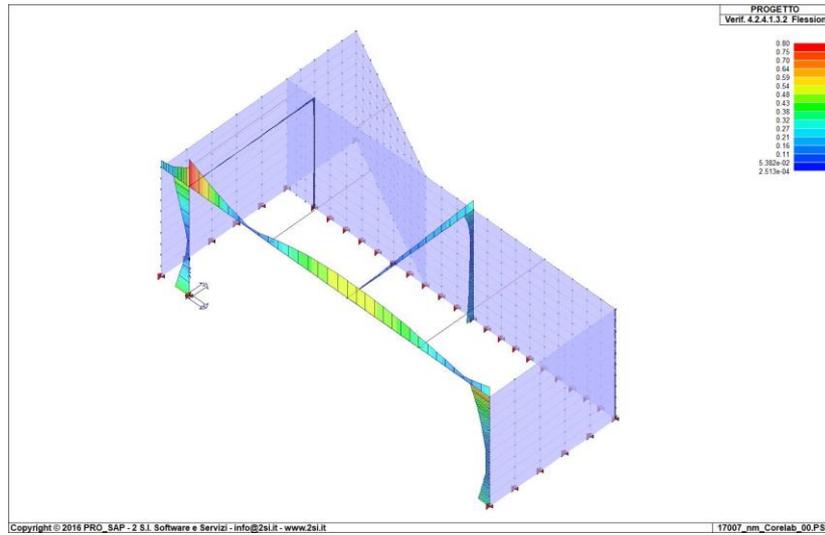


Figura 3-49. Verifica a flessione

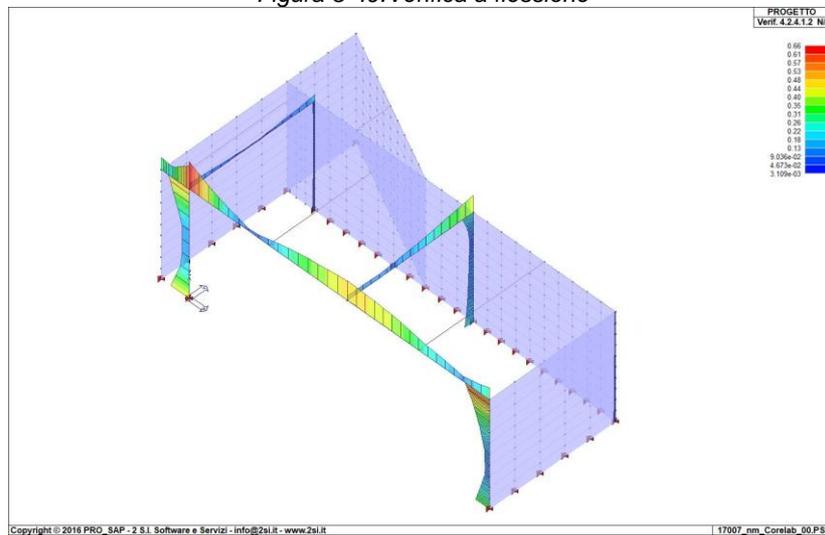


Figura 3-50. Verifica a N/M

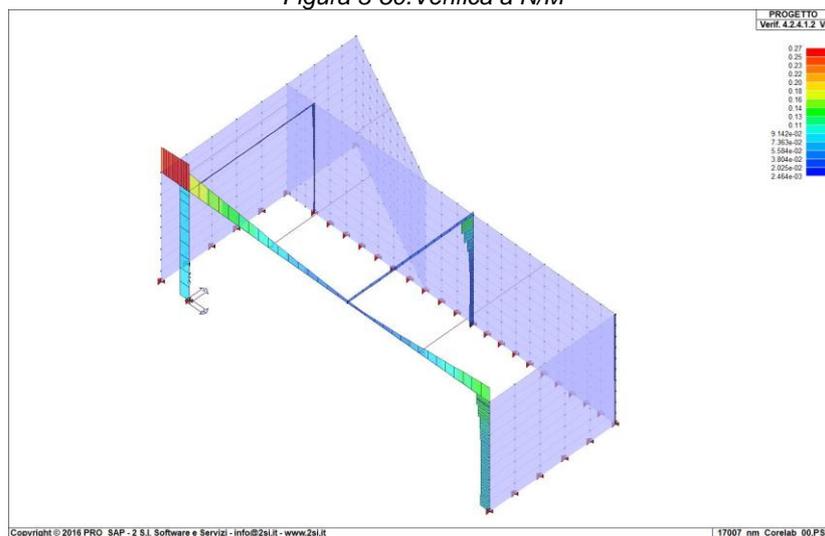


Figura 3-51. Verifica V/T

## 4 Edificio temporaneo

### 4.1 Descrizione dell'intervento

Il progetto prevede la realizzazione di una platea in calcestruzzo di idoneo spessore ed armata secondo i carichi di progetto per strutture temporanee prefabbricate.

Tale platea verrà smantellata alla fine dei lavori e l'area in oggetto dovrà essere ripristinata mediante la realizzazione di un nuovo sottofondo stradale e del relativo manto con caratteristiche non inferiori a quelle della pavimentazione esistente.

Si rimanda alla fase esecutiva il dimensionamento delle armature a seconda della tipologia di struttura prefabbricata proposta dall'Appaltatore.

La progettazione della platea di fondazione dovrà fare riferimento alla relazione geologica e geotecnica redatta dal Dott. Geol. Roberto TRONCARELLI in data Ottobre 2016 - Elaborato N°: 1876/16. La velocità di propagazione delle onde di taglio individuata varia tra i 250 e 400 m/s. Viene quindi ipotizzata una categoria di sottosuolo di tipo C e con caratterizzazione topografica di tipo T1.