



COMMITTENTE:

RWE**RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.**Via Andrea Doria, 41/G - 00192 Roma
P.IVA/C.F. 06400370968
PEC: rwerenewablesitaliasrl@legalmail.it

COLLABORAZIONE TECNICA:

PCR**PCR ENERGY S.R.L.**Via Nazionale -Fraz. Zuppino, 84029-Sicignano degli Alburni (SA)
P.IVA/C.F. 05857410657
PEC: pcrenergysrl@pec.it

TITOLO DEL PROGETTO:

PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA DENOMINATO "OLIVOLA" DELLA POTENZA DI 77.994,84 KWP, LOCALIZZATO IN AREA IDONEA, OVVERO, IN PARTE IN AREA A DESTINAZIONE INDUSTRIALE, ARTIGIANALE, E COMMERCIALE AI SENSI DELL'ARTICOLO 22-BIS DEL D.LGS. 199/2021 E, IN PARTE, IN AREE AGRICOLE IDONEE POSTE A DISTANZA INFERIORE A 500 METRI DALLE STESSE, AI SENSI DELL'ARTICOLO 20 DEL D.LGS. 199/2021, COMPRESIVO DELLE RELATIVE OPERE ELETTRICHE CONNESSE ED INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI, DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI BENEVENTO (BN) IN CONTRADA "OLIVOLA"

DOCUMENTO:

PROGETTO DEFINITIVO

N° DOCUMENTO:

PVOLIV-P13.01-00

ID PROGETTO	PVOLIV	DISCIPLINA	PD	TIPOLOGIA	R	FORMATO	A4
-------------	--------	------------	----	-----------	---	---------	----

ELABORATO:

CALCOLI PRELIMINARI DELLE STRUTTURE

FOGLIO

SCALA

NOME FILE

PVOLIV-P13.01-00.PDF

PROGETTAZIONE:

gaia tech**GaiaTech S.r.l.**

Via Beato F. Marino, snc-Z.I.

87040 Zumpano (CS)

www.gaiatech.it

P.IVA 03497340780

REA CS/239194

DIRETTORE TECNICO:

Ing. Dario DOCIMO



GRUPPO TECNICO:

Ing. Giovanni GRECO

Ing. Eugenio GRECO

Ing. Gaetano DE ROSE

Ing. Biagio RICCIO

Ing. Ida FILICE

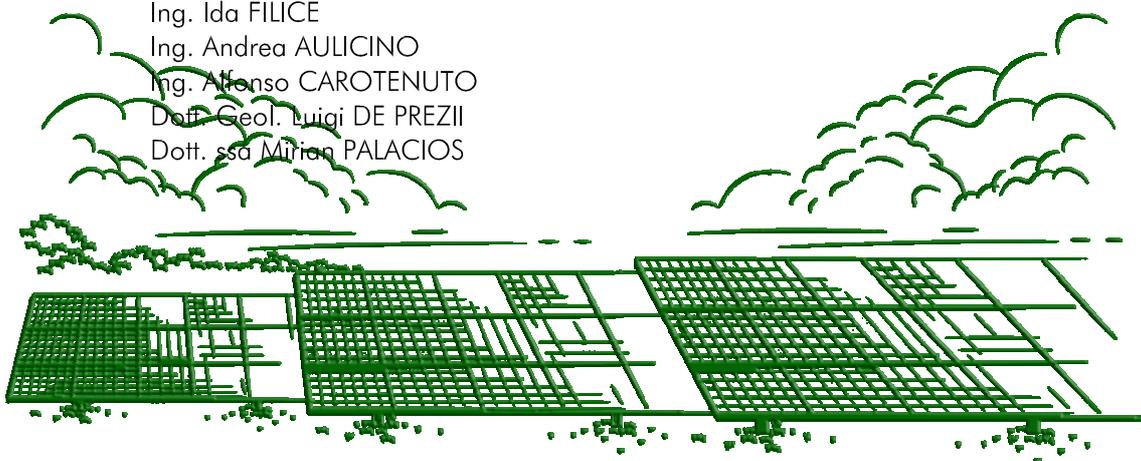
Ing. Andrea AULICINO

Ing. Alfonso CAROTENUTO

Dott. Geol. Luigi DE PREZII

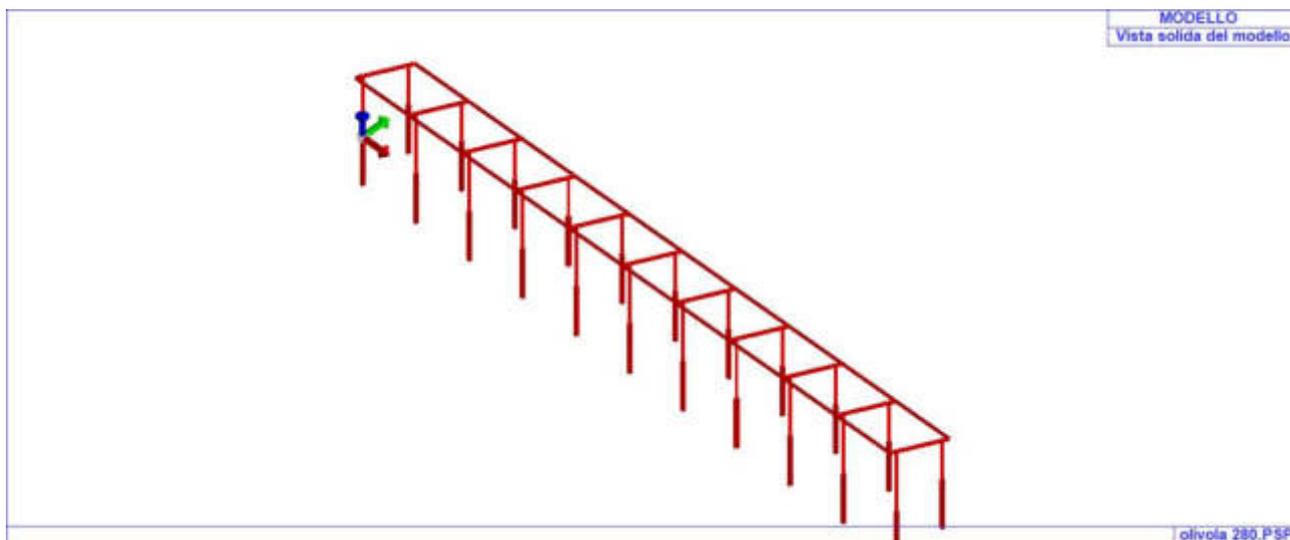
Dott. ssa Miriam PALACIOS

SPECIALISTI:



REV.	DATA REVISIONE	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
0	28/09/2023	Prima Emissione			

Elaborato: RELAZIONE ILLUSTRATIVA SINTETICA



Ubicazione: Località Olivola Comune di BENEVENTO (BN)
Provincia di BENEVENTO (Regione CAMPANIA)

INDICE

1. RELAZIONE ILLUSTRATIVO SINTETICA.....	4
1.1 PREMESSA.....	4
1.2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO ADOTTATO	4
1.3 ANALISI STORICO-CRITICA ED ESITO DEL RILIEVO GEOMETRICO- STRUTTURALE	4
1.3.1 Analisi storico-critica.....	4
1.3.2 Esito del rilievo geometrico-strutturale	4
1.4 DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA	5
2. MODELLAZIONE	6
2.1 ELEMENTI FINITI – SEZIONI E SPESSORI.....	7
3. CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI.....	10
3.1 ELENCO DEI MATERIALI IMPIEGATI.....	10
4. NEVE E VENTO	10
5. AZIONE SISMICA	14
5.1 CALCOLO FATTORE DI COMPORTAMENTO.....	16
6. SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO	23
7. DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI	30
7.1 TIPO DI ANALISI EFFETTUATE	31
7.2 COMBINAZIONI E/O PERCORSI DI CARICO	32
8. PRINCIPALI RISULTATI	36
9. SINTESI DELLE VERIFICHE DI SICUREZZA.....	51
10. GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI	56

Origine e Caratteristiche dei Codici di Calcolo

Codice di calcolo:	PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program
Versione:	e-TIME (build 2023-07-199)
Produttore- Distributore:	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l. Via Garibaldi, 90 44121 Ferrara FE (Italy) Tel. +39 0532 200091 www.2si.it
Codice Licenza:	Licenza non individuata

In merito al punto 10.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (*Affidabilità dei codici utilizzati*), si fa riferimento al **Documento di Affidabilità** "Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST" disponibile per il download sul sito: <https://www.2si.it/it/prodotti/affidabilita/>

RELAZIONE ILLUSTRATIVO SINTETICA

PREMESSA

Nella presente introduzione sono riportati i principali elementi di inquadramento del progetto esecutivo riguardante le strutture, in relazione agli strumenti urbanistici, al progetto architettonico, al progetto delle componenti tecnologiche in generale e alle prestazioni attese dalla struttura.

QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO ADOTTATO

Le Norme e i documenti assunti a riferimento per la progettazione strutturale vengono indicati di seguito.

Progetto-verifica degli elementi	
Progetto cemento armato	D.M. 17-01-2018
Progetto acciaio	D.M. 17-01-2018
Progetto legno	D.M. 17-01-2018
Progetto muratura	D.M. 17-01-2018
Azione sismica	
Norma applicata per l' azione sismica	D.M. 17-01-2018

ANALISI STORICO-CRITICA ED ESITO DEL RILIEVO GEOMETRICO-STRUTTURALE

Per edifici esistenti, in coerenza con il paragrafo 8.2 delle NTC-18, l'analisi storico-critica e il rilievo geometrico-strutturale devono evidenziare i seguenti aspetti: (a) la costruzione riflette lo stato delle conoscenze al tempo della sua realizzazione; (b) possono essere insiti e non palesi difetti di impostazione e di realizzazione; (c) la costruzione può essere stata soggetta ad azioni, anche eccezionali, i cui effetti non siano completamente manifesti; (d) le strutture possono presentare degrado e/o modificazioni significative rispetto alla situazione originaria.

Analisi storico-critica

Omissis in quanto opera di nuova realizzazione

Esito del rilievo geometrico-strutturale

Omissis in quanto opera di nuova realizzazione

DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

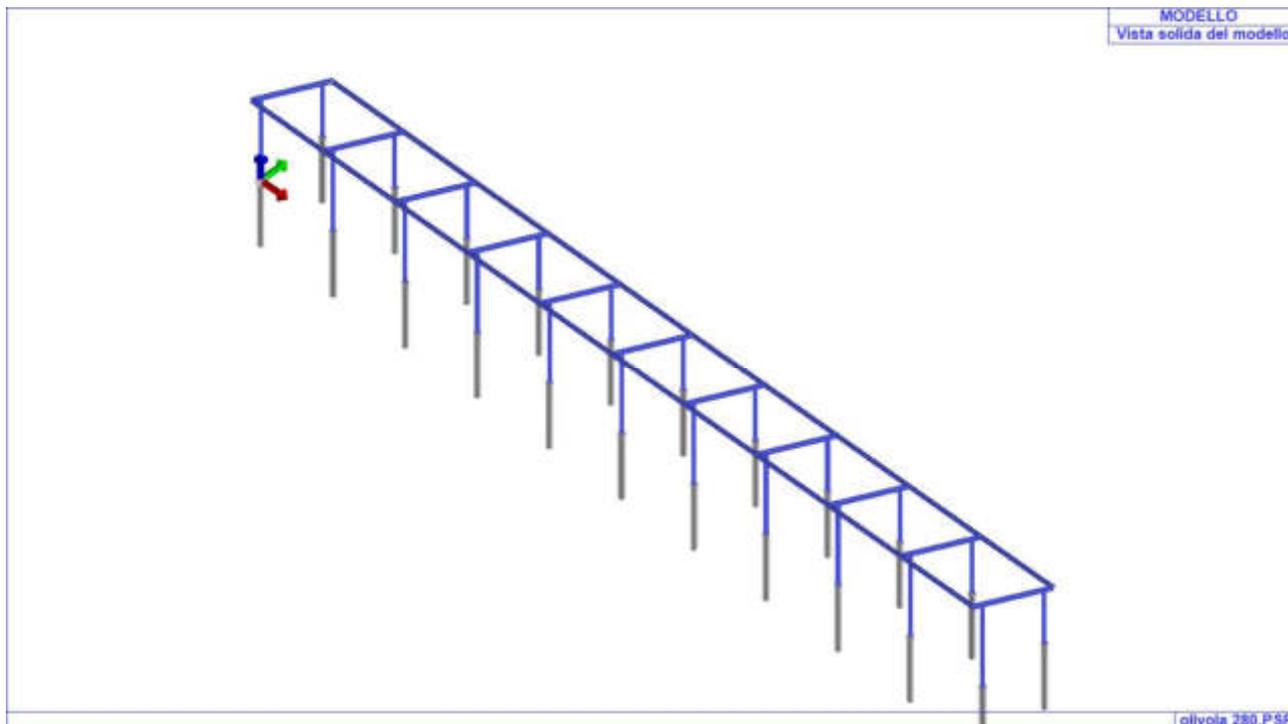
Descrizione generale dell'opera	
Opera di nuova realizzazione	SI
Ubicazione	Comune di BENEVENTO (BN) (Regione CAMPANIA)
	Località BENEVENTO (BN)
	Longitudine 14.777, Latitudine 41.129 (Riferimento WGS84)
Tipo di fondazione	Palo su suolo elastico

Materiali impiegati	
Cemento Armato	NO
Acciaio	SI
Legno	NO
Muratura	NO

Principali caratteristiche della struttura	
Struttura regolare in pianta	SI
Struttura regolare in altezza	SI
Classe di duttilità	B media
Analisi per carichi non sismici	SI
Analisi sismica	Statica lineare
Verifica SLD di resistenza	NO

Parametri della struttura			
Classe d'uso	Vita Vn [anni]	Coeff. Uso	Periodo Vr [anni]
II	50.0	1.0	50.0

Di seguito si riportano le immagini del modello strutturale:



MODELLAZIONE

L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tenso-deformativo indotto da carichi statici. L'analisi strutturale è condotta con il metodo dell'analisi modale e dello spettro di risposta in termini di accelerazione per la valutazione dello stato tenso-deformativo indotto da carichi dinamici (tra cui quelli di tipo sismico).

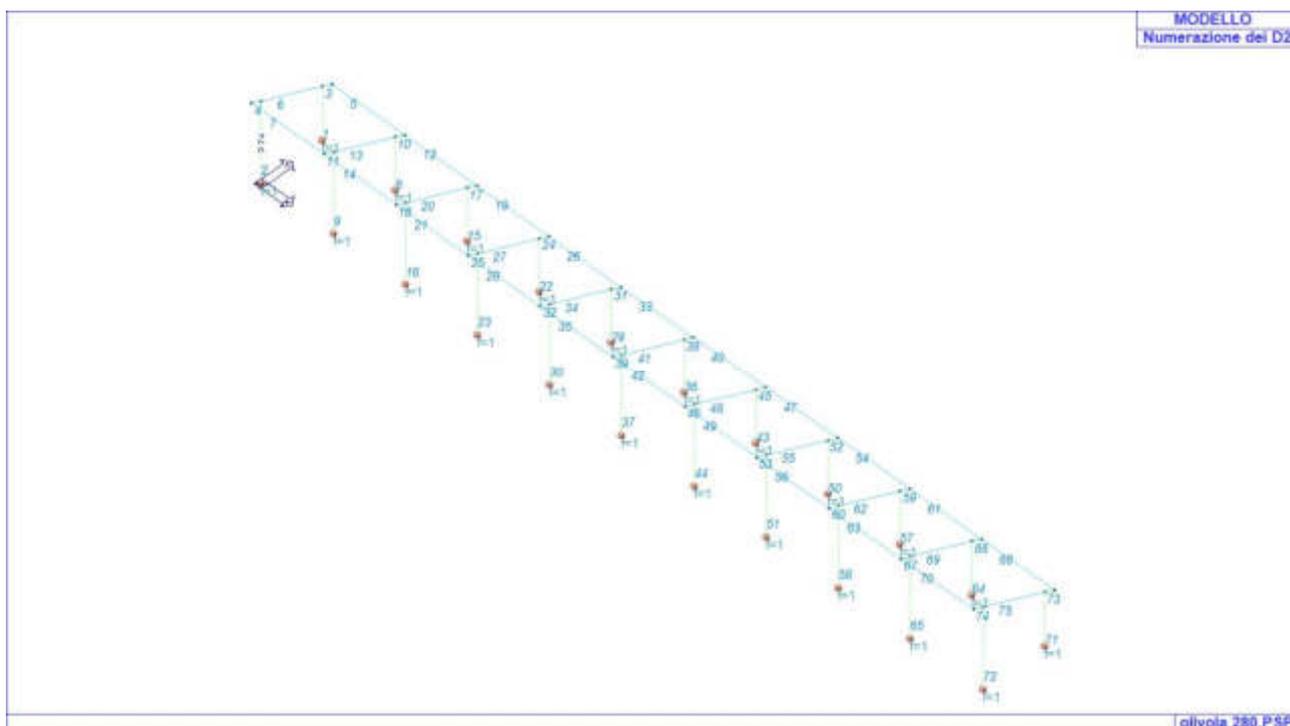
L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo sopraindicato si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. Le incognite del problema (nell'ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno X, Y, Z). La soluzione del problema si ottiene con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi:

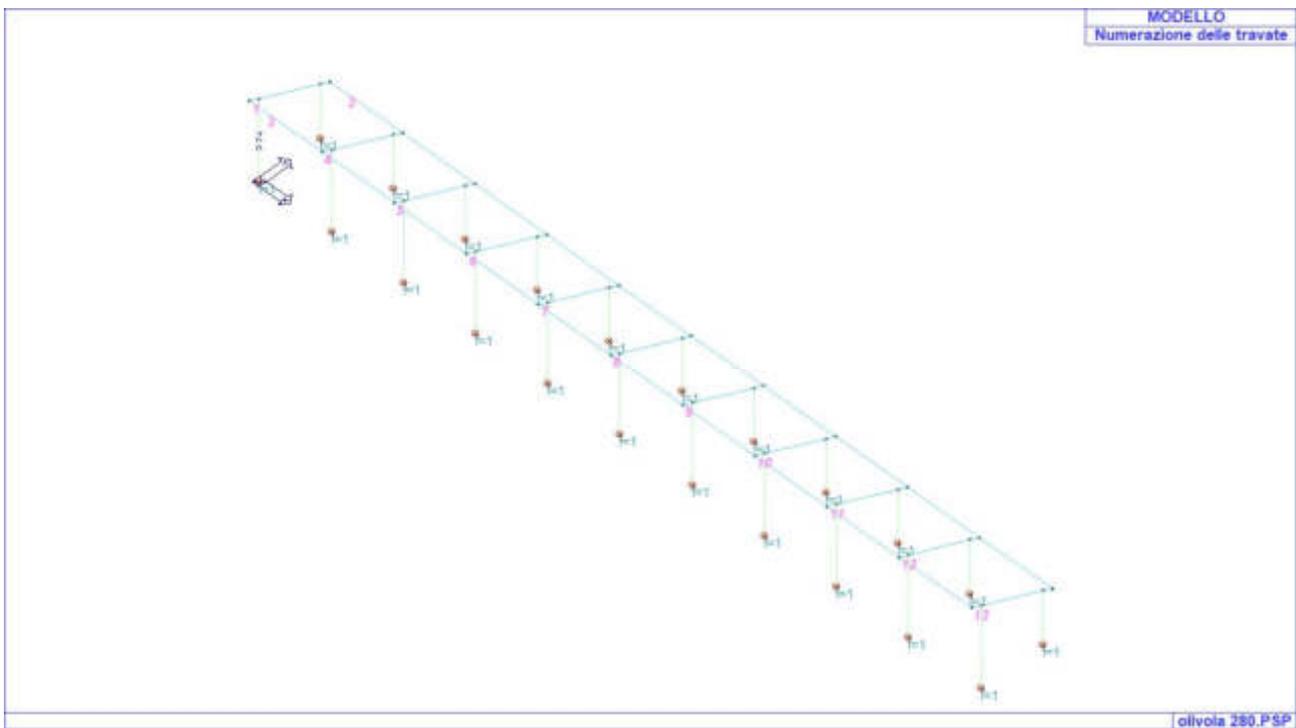
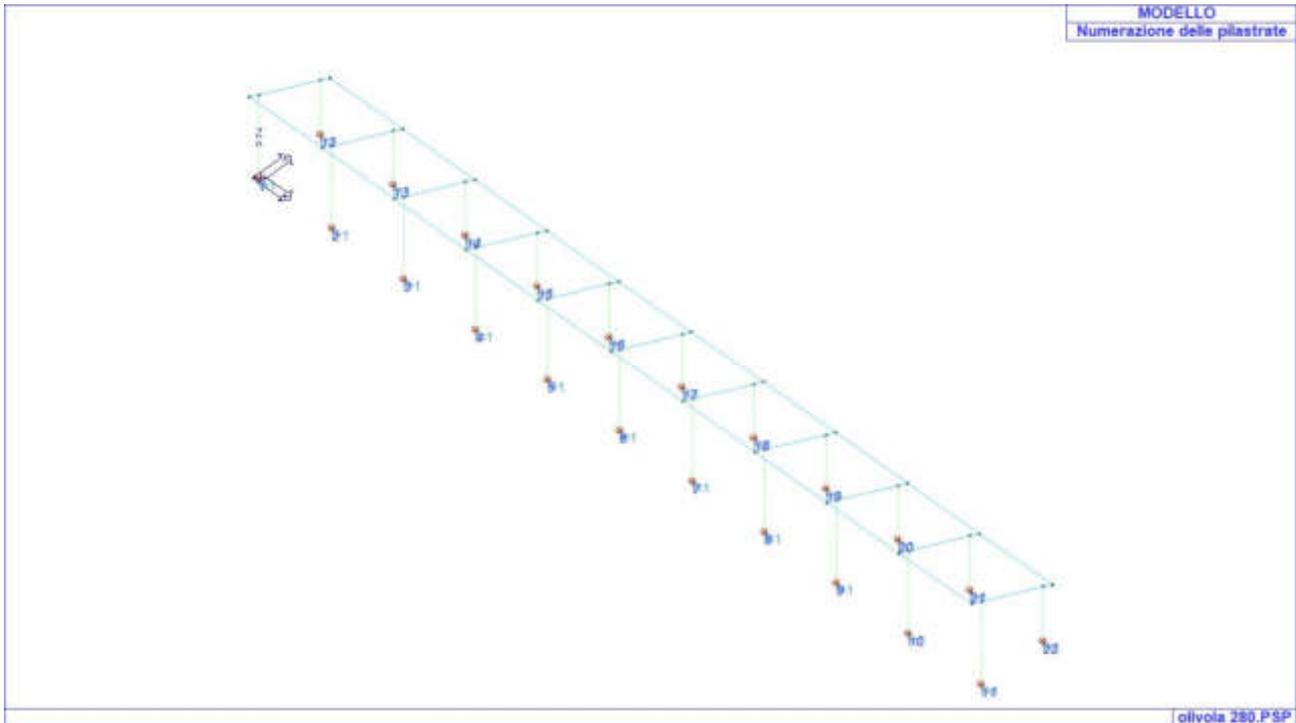
$K * u = F$ dove **K** = matrice di rigidezza
 u = vettore spostamenti nodali
 F = vettore forze nodali

Dagli spostamenti ottenuti con la risoluzione del sistema vengono quindi dedotte le sollecitazioni e/o le tensioni di ogni elemento, riferite generalmente a una terna locale all'elemento stesso.
 Il sistema di riferimento utilizzato è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ. Si assume l'asse Z verticale ed orientato verso l'alto.

ELEMENTI FINITI - SEZIONI E SPESSORI

A seguire si riportano le immagini relative alle numerazioni di interesse:





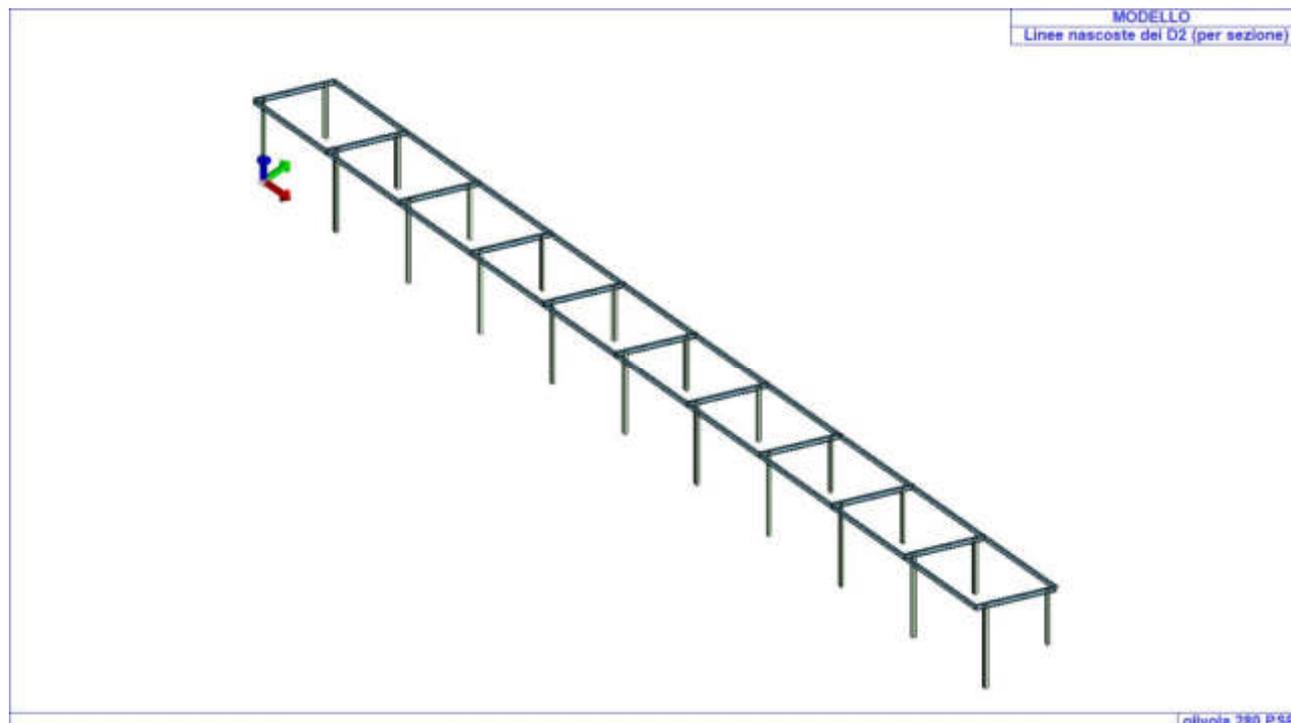
Si riportano di seguito le caratteristiche di sezioni e spessori degli elementi strutturali, in formato tabellare e immagini:

TABELLA_SEZIONI

Id	Tipo SEZ	Area	A V2	A V3	Jt	J 2-2	J 3-3	W 2-2	W 3-3	Wp 2-2	Wp 3-3
-	-	cm2	cm2	cm2	cm4	cm4	cm4	cm3	cm3	cm3	cm3
4	HEA 100	21.20	0.0	0.0	5.20	134.00	349.00	26.80	72.80	41.10	83.00
5	UPN 160	24.00	0.0	0.0	7.39	85.10	925.00	18.20	116.00	35.20	138.00

Legenda

- Tipo SEZ Indica il nome identificativo e la tipologia di sezione
- Area Area della sezione
- A V2 Area della sezione/Fattore di taglio (direzione 2)
- A V3 Area della sezione/Fattore di taglio (direzione 3)
- Jt Momento di inerzia torsionale della sezione
- J 2-2 Momento di inerzia della sezione riferito all'Asse 2
- J 3-3 Momento di inerzia della sezione riferito all'Asse 3
- W 2-2 Modulo di resistenza della sezione riferito all'Asse 2
- W 3-3 Modulo di resistenza della sezione riferito all'Asse 3
- Wp 2-2 Modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'Asse 2
- Wp 3-3 Modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'Asse 3

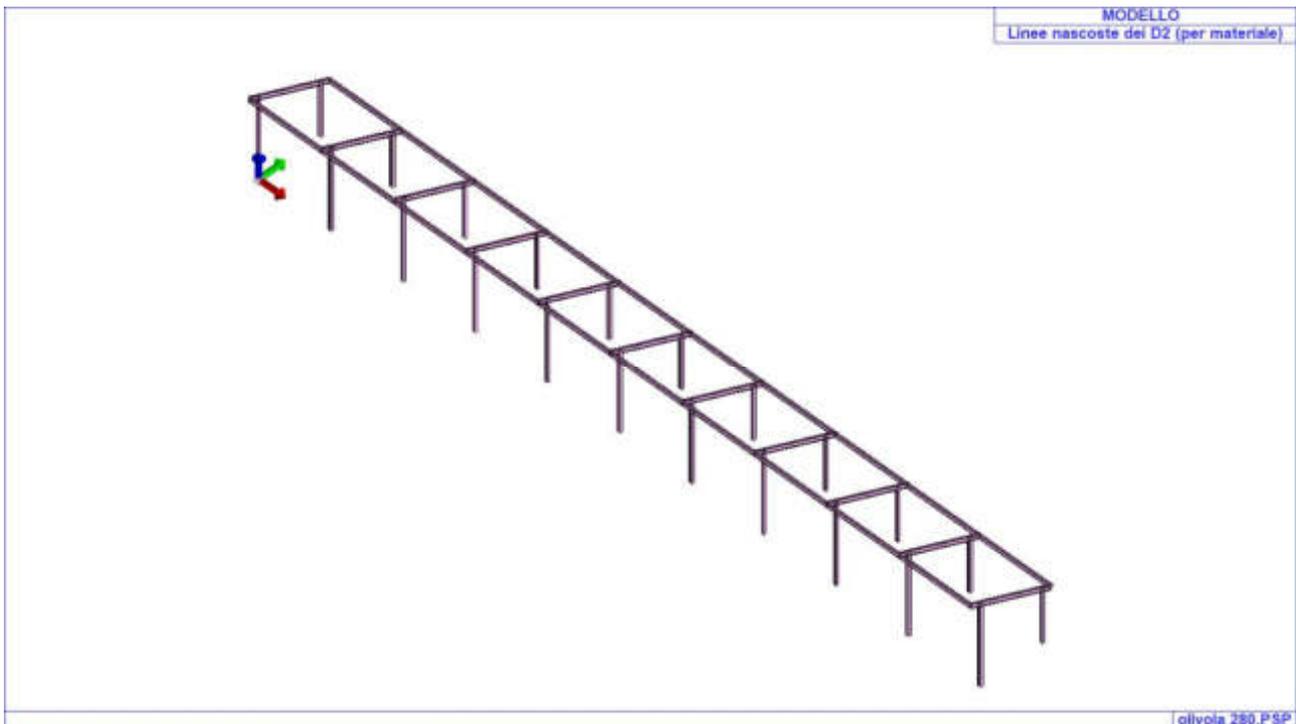


CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI

Nell'esecuzione delle opere oggetto della presente relazione è previsto l'utilizzo dei seguenti materiali con le relative caratteristiche:

ELENCO DEI MATERIALI IMPIEGATI

[54]- MATERIALE PER ELEVAZIONE -			
acciaio Fe = 510.00			
Id	-	-	u.m.
54		< MATERIALE NUOVO >	
		Tensione ft	5100.0 daN/cm2
		Tensione fy	3800.0 daN/cm2
		Coefficiente gammaM0 (resistenza)	1.1
		Coefficiente gammaM1 (stabilità)	1.1
		Coefficiente gammaM2 (frattura)	1.2



NEVE E VENTO

Si riportano a seguire i calcoli effettuati per la determinazione delle azioni di neve e vento.

LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

Ubicazione:

Località	BENEVENTO
Provincia	BENEVENTO
Regione	CAMPANIA
Latitudine	41.12900 N
Longitudine	14.77700 E
Altitudine s.l.m.	135.0 m

CALCOLO DELLE AZIONI DELLA NEVE E DEL VENTO

Normativa di riferimento:

D.M. 17 gennaio 2018 - NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

Cap. 3 - AZIONI SULLE COSTRUZIONI - Par. 3.3 e 3.4

Circolare n.7 - 21 gennaio 2019 C.S.LL.PP.

NEVE

Il carico della neve sulle coperture è calcolato in relazione ai seguenti parametri:

Zona: macro area derivante dalla suddivisione del territorio nazionale;

Esp.: zona topografica di esposizione al vento;

Ce: coefficiente di esposizione al vento;

TR: periodo di ritorno di progetto espresso in anni;

as: altitudine del sito;

qsk: valore caratteristico del carico della neve al suolo (per Tr = 50 anni);

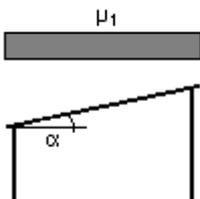
Zona	Esposizione	Ce	TR	as	qsk
II	Zona normale	1.00	50 anni	135 m	100.00

Copertura ad una falda:

Angolo di inclinazione della falda $\alpha = 25.0^\circ$

$\mu_1 = 0.80 \Rightarrow Q_1 = 80 \text{ daN/mq}$

Schema di carico:



VENTO

La velocità del vento è calcolata in relazione ai seguenti parametri:

Zona: macro area derivante dalla suddivisione del territorio nazionale (NTC - Tab. 3.3.I);

$v_{b,0}$: velocità base della zona (NTC - Tab. 3.3.I);

a_0 : altitudine base della zona (NTC - Tab. 3.3.I);

k_s : parametro in funzione della zona in cui sorge la costruzione (NTC - Tab. 3.3.I);

a_s : altitudine del sito;

TR: periodo di ritorno di progetto espresso in anni;

v_b : velocità di riferimento calcolata come segue:

$$v_b = v_{b,0} \text{ per } a_s \leq a_0$$

$$V_b = V_{b,0} (1 + k_s ((a_s / a_0) - 1)) \text{ per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m}$$

per $a_s > 1500 \text{ m}$ vanno ricavati da opportuna documentazione o da indagini comprovate

Tali valori non dovranno essere minori di quelli previsti per $a_s = 1500 \text{ m}$

Cr: coefficiente di ritorno in funzione del periodo di ritorno TR

Vr: velocità di riferimento riferita al periodo di ritorno TR

Zona	V _{b,0}	a ₀	k _s	a _s	TR	V _b	Cr	V _r
3	27 m/s	500 m	0.37	135 m	50 anni	27.00 m/s	1.000	27.00 m/s

Pressione cinetica di riferimento, $q_r = \rho V_r^2 / 2 = 46 \text{ daN/mq}$

dove: ρ è la densità dell'aria (assunta convenzionalmente costante = 1,25 kg/mc)

Esposizione:

Da cui i parametri della tabella 3.3.II delle NTC

K _r	z ₀	z _{min}
0.19	0.05 m	4 m

Classe di rugosità del terreno: D (NTC - Tab. 3.3.III)

Aree prive di ostacoli o con al di più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,..)

L'azione del vento sulle costruzioni è determinata dai seguenti parametri:

C_p: coefficiente di pressione;

C_d: coefficiente dinamico;

Ct: coefficiente di topografia;

Ce: coefficiente di esposizione (funzione di z, z0 e Ct);

z: altezza sul suolo.

Cp	Cd	Ct	Ce	z
1.00	1.00	1.00	1.80	3.00 m

Pressione del vento

$p = q_r C_e C_p C_d = 82 \text{ daN/mq}$

TEMPERATURA DELL'ARIA ESTERNA

Le temperature esterne, T max (massima estiva) e T min (minima invernale), sono calcolate secondo le seguenti espressioni riferite alla zona climatica:

$T_{min} = -15 - 4 \text{ as} / 1000$ (NTC 3.5.1)

$T_{max} = 42 - 6 \text{ as} / 1000$ (NTC 3.5.2)

dove as è l'altitudine di riferimento

Zona	as	T min	T max
I	135 m	-15.54 °C	41.19 °C

AZIONE SISMICA

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente orizzontale del moto sismico, Se, è definito

dalle seguenti espressioni:

Dove per sottosuolo di categoria **A** i coefficienti S_S e C_C valgono 1; mentre per le categorie di sottosuolo **B**, **C**, **D**, **E** i coefficienti S_S e C_C vengono calcolati mediante le espressioni riportate nella seguente Tabella

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,35}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Per tenere conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella seguente Tabella

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale del moto sismico, S_{Ve} , è definito dalle espressioni:

$$\begin{aligned}
 0 \leq T < T_B & \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \\
 T_B \leq T < T_C & \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \\
 T_C \leq T < T_D & \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \\
 T_D \leq T & \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)
 \end{aligned}$$

I valori di S_S , T_B , T_C e T_D , sono riportati nella seguente Tabella

Categoria di sottosuolo	S_S	T_B	T_C	T_D
A, B, C, D, E	1,0	0,05 s	0,15 s	1,0 s

La struttura è localizzata in:

Localizzazione
Località BENEVENTO (BN)
Comune di BENEVENTO (BN)
Regione CAMPANIA
Longitudine 14.777, Latitudine 41.129 (Riferimento WGS84)

L'azione sismica viene definita in relazione a un periodo di riferimento V_r che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale per il coefficiente d'uso (vedi tabella Parametri della struttura). Fissato il periodo di riferimento V_r e la probabilità di superamento P_{ver} associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno T_r e i relativi parametri di pericolosità sismica (vedi tabella successiva):

a_g : accelerazione orizzontale massima del terreno;

F_o : 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;

Parametri della struttura						
Classe d'uso	Vita V_n	Coeff. Uso	Periodo V_r	Tipo di suolo	Categoria topografica	Quota relativa
	[anni]		[anni]			[%]
II	50.0	1.0	50.0	C	T1	-

La risposta sismica locale (RSL) è definita come da NTC 2018 Tab. 3.2.II e Tab. 3.2.III

CALCOLO FATTORE DI COMPORTAMENTO

Principali caratteristiche della struttura	
Opera di nuova realizzazione	SI
Struttura regolare in pianta	SI
Struttura regolare in altezza	SI
Classe di duttilità	B media
Analisi per carichi non sismici	SI
Analisi sismica	Statica lineare
Verifica SLD di resistenza	NO

Fattori di comportamento utilizzati SLU			
	Dissipativi	Verifiche fragili	Non Dissipativi
q SLU x	1.00	1.00	1.00
q SLU y	1.00	1.00	1.00
q SLU z	1.50	-	-

Fattori di comportamento utilizzati SLD	
q SLD x	1.00
q SLD y	1.00
q SLD z	1.00
Eta SLO	1.00

Si riportano di seguito, per completezza, le videate delle opzioni così come impostate nel programma:

ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Map showing seismic hazard contours for Italy. Legend values range from <math>< 0.025</math> to $0.600-0.700$. Example: p.e. 10% in 50 anni.

Vertici della maglia elementare INGV [riferimento ED50]

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza [km]
31876	14.751	41.128	2.263
31877	14.818	41.127	3.382
31655	14.819	41.177	6.267
31654	14.752	41.176	5.768

Coordinate geografiche [riferimento WGS84]

Località: **BENEVENTO (BN)**

Longitudine: **14.7770** Latitudine: **41.1290**

Applica la Risposta Sismica Locale

Parametri per le forme spettrali

	Pver	Tr	ag [g]	Fo	T*c
SLO	81	30.11	0.0623	2.390	0.280
SLD	63	50.29	0.0832	2.352	0.290
SLV	10	474.56	0.2578	2.304	0.370
SLC	5	974.79	0.3505	2.333	0.390

Periodo di riferimento per l'azione sismica

Vita Vn [anni]	Coefficiente uso Cu	Periodo Vr [anni]	Livello di sicurezza
50	1	50	100

Rimuovi limiti Vr e Tr (di norma NO)

Nota: per il calcolo dei parametri sismici
1) inserire le coordinate geografiche 2) introdurre Vn e Cu
Per le isole è possibile utilizzare come località: gruppo isole N [con N = 1,2,3,4,5]

Classe d'uso

- I edifici di minor importanza per la sicurezza pubblica [edifici agricoli...]
- II edifici ordinari
- III edifici importanti in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso (scuole, teatri...)
- IV edifici la cui funzionalità ha importanza fondamentale per la protezione civile (ospedali, municipi...)

Osservazioni:

Pericolosità e zonazione

pericolosità sismica

agS per SLV: **0.346**

Modalità di progettazione semplificata per $agS < 0.075$

Strutture esistenti

- LC1: conoscenza limitata
- LC2: conoscenza adeguata
- LC3: conoscenza accurata

Fattore di confidenza FC: **1.35**

<p>Categoria di suolo di fondazione</p> <p><input type="radio"/> A Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi ...</p> <p><input type="radio"/> B Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti ...</p> <p><input checked="" type="radio"/> C Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti ...</p> <p><input type="radio"/> D Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti ...</p> <p><input type="radio"/> E Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D ...</p>	<p>Categoria topografica</p> <p><input checked="" type="radio"/> T1</p> <p><input type="radio"/> T2 in sommità al pendio</p> <p><input type="radio"/> T3 in cresta al rilievo con moderata</p> <p><input type="radio"/> T4 in cresta al rilievo</p> <p><input type="text" value="100"/> quota relativa (%)</p> <p>Spettri di progetto</p> <p><input type="checkbox"/> Usa spettri esterni <input type="button" value="Sfoggia..."/></p>
---	---

<p>Parametri e fattori spettrali</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>S.L.</th> <th>ag</th> <th>S</th> <th>Fo</th> <th>Fv</th> <th>TB</th> <th>TC</th> <th>TD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SLO</td> <td><input type="text" value="0.062"/></td> <td><input type="text" value="1.500"/></td> <td><input type="text" value="2.390"/></td> <td><input type="text" value="0.805"/></td> <td><input type="text" value="0.149"/></td> <td><input type="text" value="0.447"/></td> <td><input type="text" value="1.849"/></td> </tr> <tr> <td>SLD</td> <td><input type="text" value="0.083"/></td> <td><input type="text" value="1.500"/></td> <td><input type="text" value="2.352"/></td> <td><input type="text" value="0.916"/></td> <td><input type="text" value="0.153"/></td> <td><input type="text" value="0.458"/></td> <td><input type="text" value="1.933"/></td> </tr> <tr> <td>SLV</td> <td><input type="text" value="0.258"/></td> <td><input type="text" value="1.344"/></td> <td><input type="text" value="2.304"/></td> <td><input type="text" value="1.579"/></td> <td><input type="text" value="0.180"/></td> <td><input type="text" value="0.539"/></td> <td><input type="text" value="2.631"/></td> </tr> <tr> <td>SLC</td> <td><input type="text" value="0.350"/></td> <td><input type="text" value="1.209"/></td> <td><input type="text" value="2.333"/></td> <td><input type="text" value="1.865"/></td> <td><input type="text" value="0.186"/></td> <td><input type="text" value="0.559"/></td> <td><input type="text" value="3.002"/></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Verticale per tutti:</td> <td><input type="text" value="1.000"/></td> <td></td> <td></td> <td><input type="text" value="0.050"/></td> <td><input type="text" value="0.150"/></td> <td><input type="text" value="1.000"/></td> </tr> <tr> <td>eta SLO</td> <td>q SLD x</td> <td>q SLD y</td> <td>q SLD z</td> <td>q SLU x</td> <td>q SLU y</td> <td>q SLU z</td> <td><input type="button" value="Aiuto..."/></td> </tr> <tr> <td><input type="text" value="1.0"/></td> <td><input type="text" value="1.5"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="text" value="Smorzamento..."/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td><input type="text" value="1.0"/></td> <td><input type="text" value="1.0"/></td> <td colspan="2"><= Esistenti v. fragili</td> </tr> </tbody> </table>								S.L.	ag	S	Fo	Fv	TB	TC	TD	SLO	<input type="text" value="0.062"/>	<input type="text" value="1.500"/>	<input type="text" value="2.390"/>	<input type="text" value="0.805"/>	<input type="text" value="0.149"/>	<input type="text" value="0.447"/>	<input type="text" value="1.849"/>	SLD	<input type="text" value="0.083"/>	<input type="text" value="1.500"/>	<input type="text" value="2.352"/>	<input type="text" value="0.916"/>	<input type="text" value="0.153"/>	<input type="text" value="0.458"/>	<input type="text" value="1.933"/>	SLV	<input type="text" value="0.258"/>	<input type="text" value="1.344"/>	<input type="text" value="2.304"/>	<input type="text" value="1.579"/>	<input type="text" value="0.180"/>	<input type="text" value="0.539"/>	<input type="text" value="2.631"/>	SLC	<input type="text" value="0.350"/>	<input type="text" value="1.209"/>	<input type="text" value="2.333"/>	<input type="text" value="1.865"/>	<input type="text" value="0.186"/>	<input type="text" value="0.559"/>	<input type="text" value="3.002"/>	Verticale per tutti:		<input type="text" value="1.000"/>			<input type="text" value="0.050"/>	<input type="text" value="0.150"/>	<input type="text" value="1.000"/>	eta SLO	q SLD x	q SLD y	q SLD z	q SLU x	q SLU y	q SLU z	<input type="button" value="Aiuto..."/>	<input type="text" value="1.0"/>	<input type="text" value="1.5"/>		<input type="text" value="Smorzamento..."/>				<input type="text" value="1.0"/>	<input type="text" value="1.0"/>	<= Esistenti v. fragili		<p>Duttilità</p> <p><input type="radio"/> ND - non dissipativa</p> <p><input checked="" type="radio"/> B - media</p> <p><input type="radio"/> A - alta</p> <p>Regolarità</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> in pianta</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> in altezza</p> <p>Edifici isolati</p> <p><input type="text" value="2.0"/> T is</p> <p><input type="text" value="10.0"/> s esi</p> <p><input type="button" value="Info..."/></p>					
S.L.	ag	S	Fo	Fv	TB	TC	TD																																																																									
SLO	<input type="text" value="0.062"/>	<input type="text" value="1.500"/>	<input type="text" value="2.390"/>	<input type="text" value="0.805"/>	<input type="text" value="0.149"/>	<input type="text" value="0.447"/>	<input type="text" value="1.849"/>																																																																									
SLD	<input type="text" value="0.083"/>	<input type="text" value="1.500"/>	<input type="text" value="2.352"/>	<input type="text" value="0.916"/>	<input type="text" value="0.153"/>	<input type="text" value="0.458"/>	<input type="text" value="1.933"/>																																																																									
SLV	<input type="text" value="0.258"/>	<input type="text" value="1.344"/>	<input type="text" value="2.304"/>	<input type="text" value="1.579"/>	<input type="text" value="0.180"/>	<input type="text" value="0.539"/>	<input type="text" value="2.631"/>																																																																									
SLC	<input type="text" value="0.350"/>	<input type="text" value="1.209"/>	<input type="text" value="2.333"/>	<input type="text" value="1.865"/>	<input type="text" value="0.186"/>	<input type="text" value="0.559"/>	<input type="text" value="3.002"/>																																																																									
Verticale per tutti:		<input type="text" value="1.000"/>			<input type="text" value="0.050"/>	<input type="text" value="0.150"/>	<input type="text" value="1.000"/>																																																																									
eta SLO	q SLD x	q SLD y	q SLD z	q SLU x	q SLU y	q SLU z	<input type="button" value="Aiuto..."/>																																																																									
<input type="text" value="1.0"/>	<input type="text" value="1.0"/>	<input type="text" value="1.0"/>	<input type="text" value="1.0"/>	<input type="text" value="1.0"/>	<input type="text" value="1.0"/>	<input type="text" value="1.5"/>																																																																										
<input type="text" value="Smorzamento..."/>				<input type="text" value="1.0"/>	<input type="text" value="1.0"/>	<= Esistenti v. fragili																																																																										

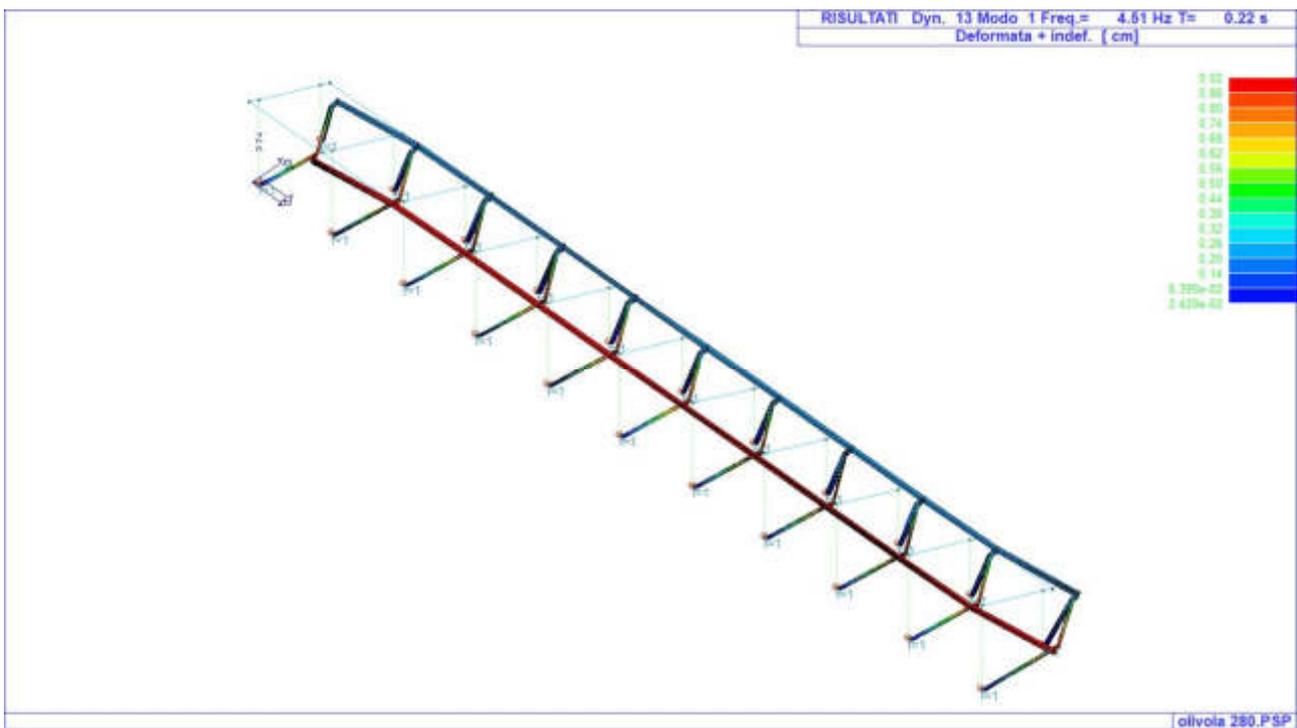
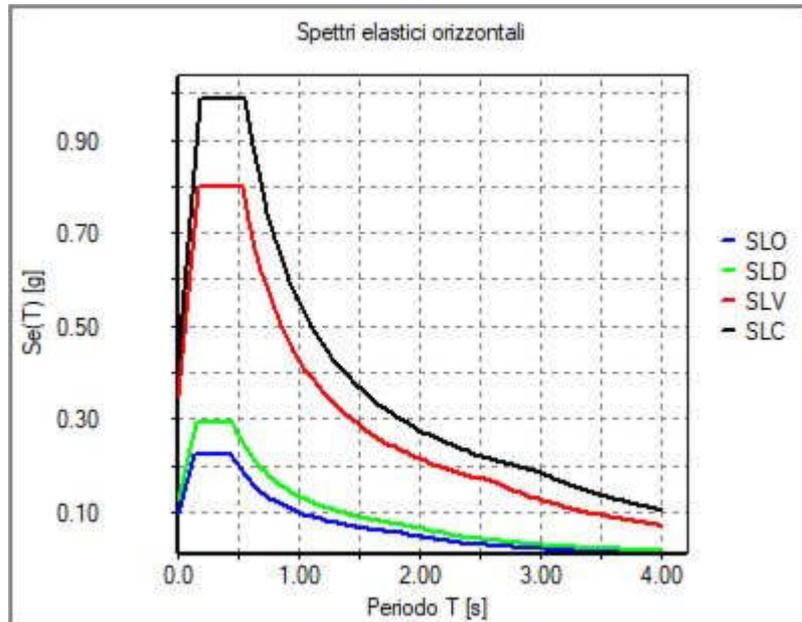
Dati comuni per le analisi Quota spiccato [cm] <input type="text" value="2.0"/> Contributo carichi in fondazione <input type="checkbox"/> Eccentricità aggiuntiva X: <input type="text" value="5"/> Y: <input type="text" value="5"/> ex. muratura Spost. relativo rapp. SLC/SLD <input type="text" value="5"/>		Dati per analisi statica lineare e non lineare Altezza edificio [cm] <input type="text" value="338.476"/> <input type="button" value="Calcola periodi T1"/> Fatt. Lambda [0.85 - 1] <input type="text" value="1.0"/> Periodo T1 [primo modo] dir. x-x: <input type="text" value="0.187"/> dir. y-y: <input type="text" value="0.187"/> dir. z-z: <input type="text" value="0.187"/> Sd (T1) - SLU dir. x-x: <input type="text" value="0.798"/> dir. y-y: <input type="text" value="0.798"/> dir. z-z: <input type="text" value="0.218"/> Se (T1) - SLD dir. x-x: <input type="text" value="0.294"/> dir. y-y: <input type="text" value="0.294"/> dir. z-z: <input type="text" value="0.061"/> Rapp T1/TrZ dir. x-x: <input type="text" value="1.459"/> dir. y-y: <input type="text" value="1.018"/> suggerito:		
Dati per analisi dinamica N. modi <input type="text" value="9"/> N. modi rigidi <input type="text" value="0"/>		Accelerazione uniforme [Fi=Fh] <input type="checkbox"/> NO Eccentricità convenzionale con momenti Mz <input type="checkbox"/> NO Usa spostamenti medi di piano per pushover <input type="checkbox"/> SI		

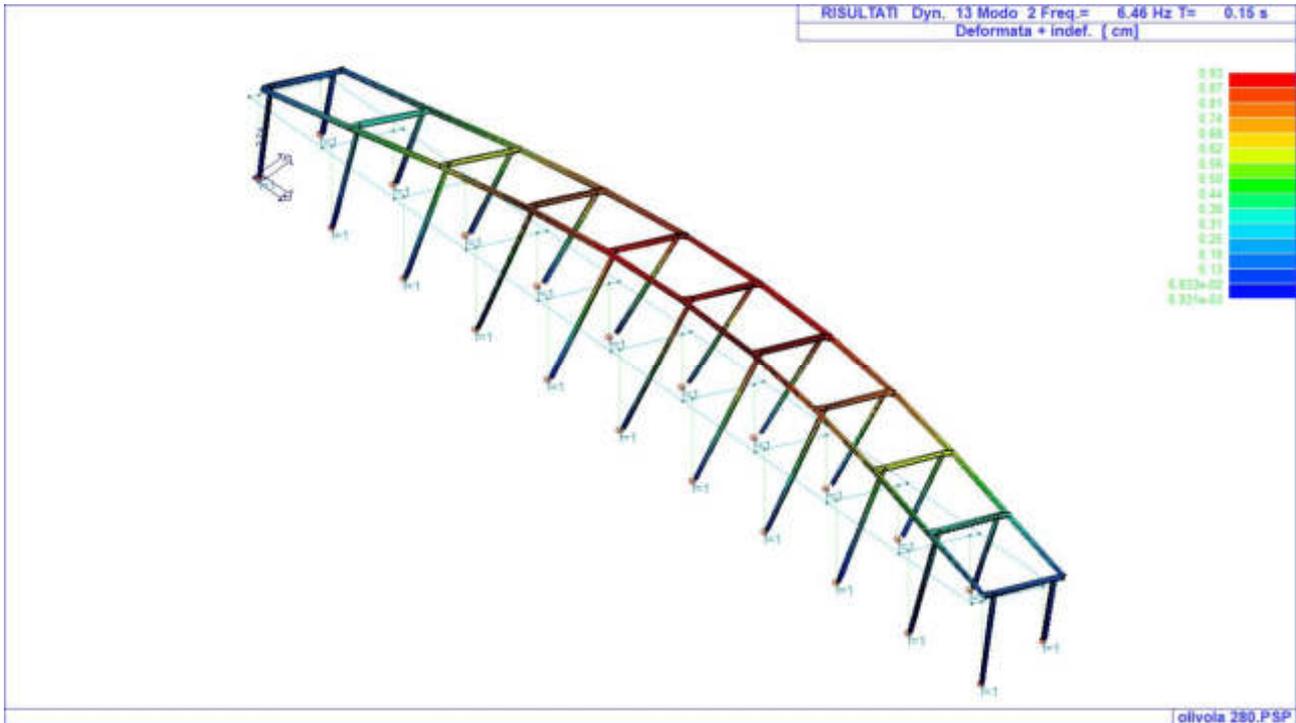
C.D.C. sismico	<input type="text"/>	Nodo cont.	<input type="text" value="0"/> (**)
C.D.C.	<input type="text"/>		
Analisi modale di riferimento	<input type="text"/> <input type="button" value="Sfoggia..."/>	Modo rifer.	<input type="text" value="0"/> (**)

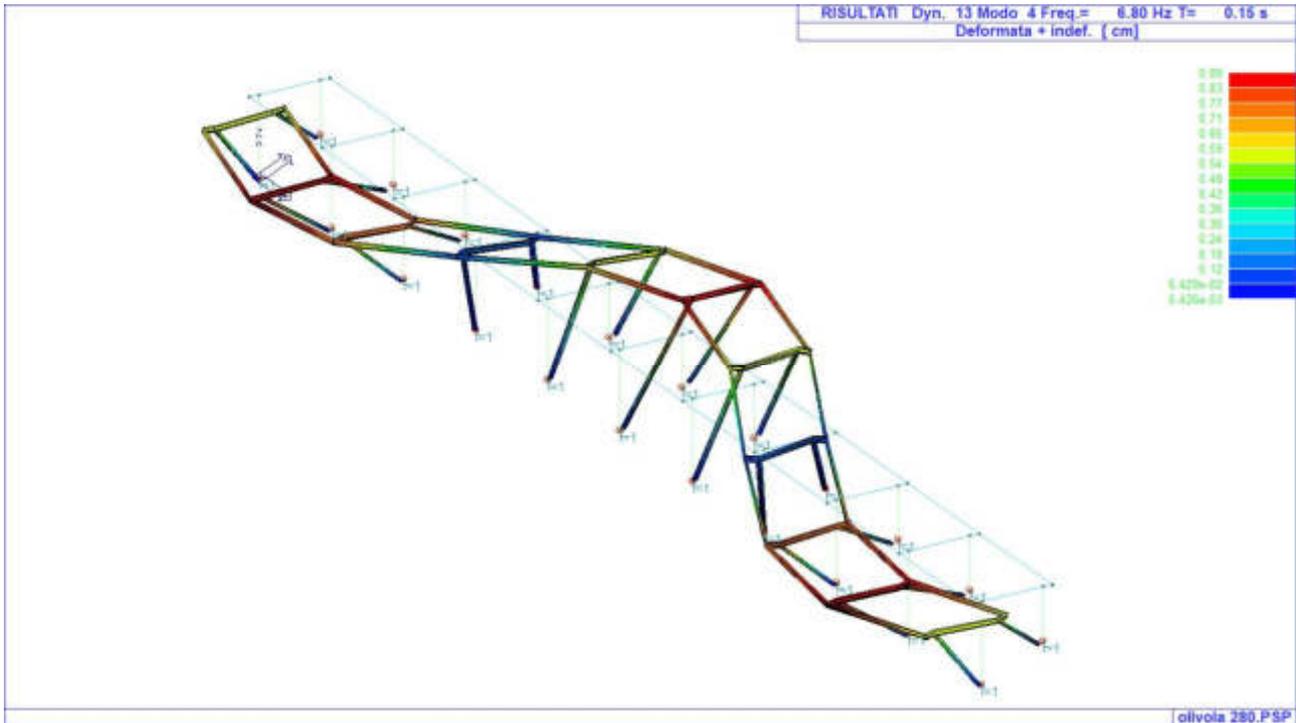
Sisma	LC 10	LC 11	LC 12 [°]
LC U 1	1.00	0.00	0.00
LC U 2	1.00	0.00	0.00
LC U 3	1.00	0.00	0.00
LC U 4	1.00	0.00	0.00
LC D 5	1.00	0.00	0.00
LC D 6	1.00	0.00	0.00
LC D 7	1.00	0.00	0.00

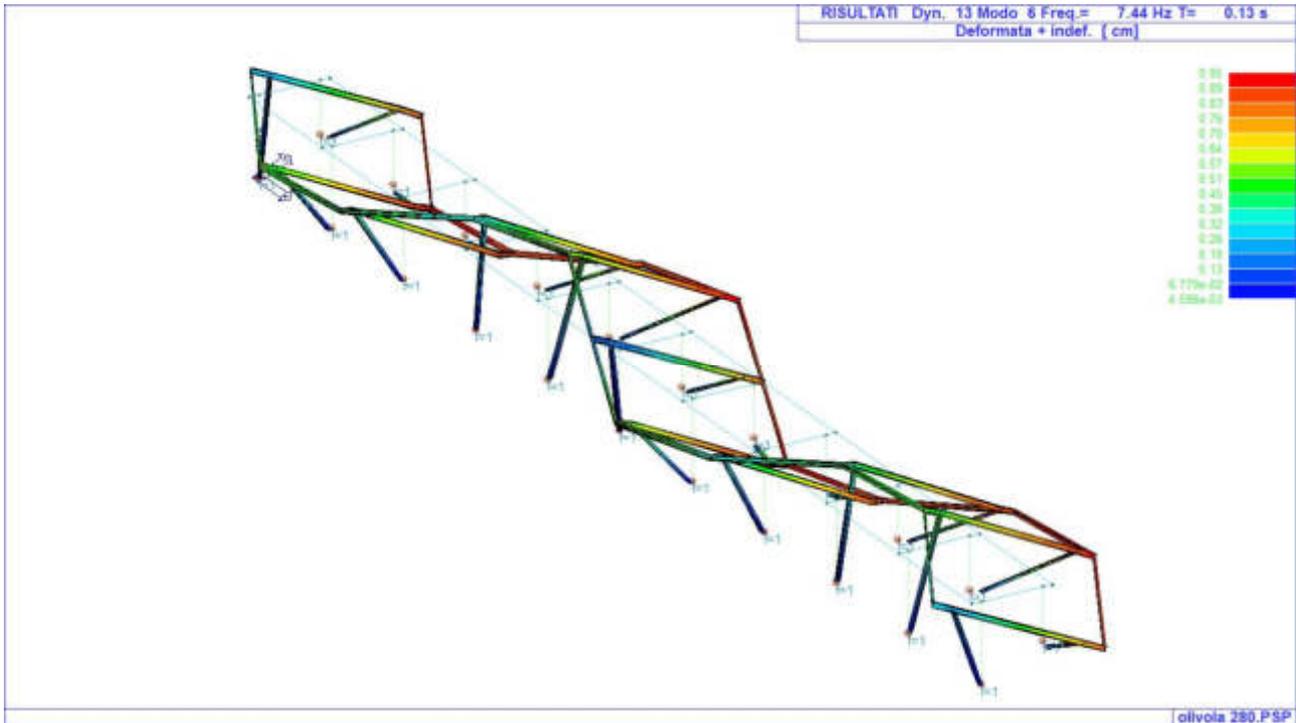
NOTA: (*) coefficienti per carichi variabili Q (**) 0 per default in pushover
 cdc Qk : utilizzare psi 2
 cdc Qsk/Qnk : utilizzare di regola 1 (psi 2 da archivio carico)

Si riportano di seguito gli SPETTRI di input sismico e le caratteristiche dinamiche proprie della struttura, pertanto in assenza di eccentricità aggiuntive:









ANALISI MODALE_NO_ECCENTRICITA

Modo	Frequenza	Periodo	X M efficace x g	%	Y M efficace x g	%	Z M efficace x g	%	RZ M efficace x g	%
-	Hz	sec	daN	-	daN	-	daN	-	daN cm2	-
1	4.51	0.22	1674.2	74	0.0	0	0.0	0	2906.6	1
2	6.46	0.15	0.0	0	1889.3	84	6.67e-02	0	0.0	0
3	6.58	0.15	4.7	0	0.0	0	0.0	0	1.196e+05	71
4	6.80	0.15	0.0	0	240.3	10	6.96e-03	0	0.0	0
5	7.05	0.14	116.6	5	0.0	0	0.0	0	3.566e+04	21
6	7.44	0.13	382.7	17	0.0	0	0.0	0	5.2	0

SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO

E' possibile definire i casi di carico scegliendo fra le dodici tipologie elencate nella tabella seguente:

Tipo CDC	Descrizione
1	Ggk caso di carico comprensivo del peso proprio struttura
2	Gk caso di carico con azioni permanenti
3	Qk caso di carico con azioni variabili
4	Gsk caso di carico comprensivo dei carichi permanenti sui solai e sulle coperture
5	Qsk caso di carico comprensivo dei carichi variabili sui solai
6	Qnk caso di carico comprensivo dei carichi di neve sulle coperture
7	Qtk caso di carico comprensivo di una variazione termica agente sulla struttura
8	Qvk caso di carico comprensivo di azioni da vento sulla struttura
9	Esk caso di carico sismico con analisi statica equivalente
10	Edk caso di carico sismico con analisi dinamica

11	Etk	caso di carico comprensivo di azioni derivanti dall' incremento di spinta delle terre in condizione sismica
12	Pk	caso di carico comprensivo di azioni derivanti da coazioni, cedimenti e precompressioni

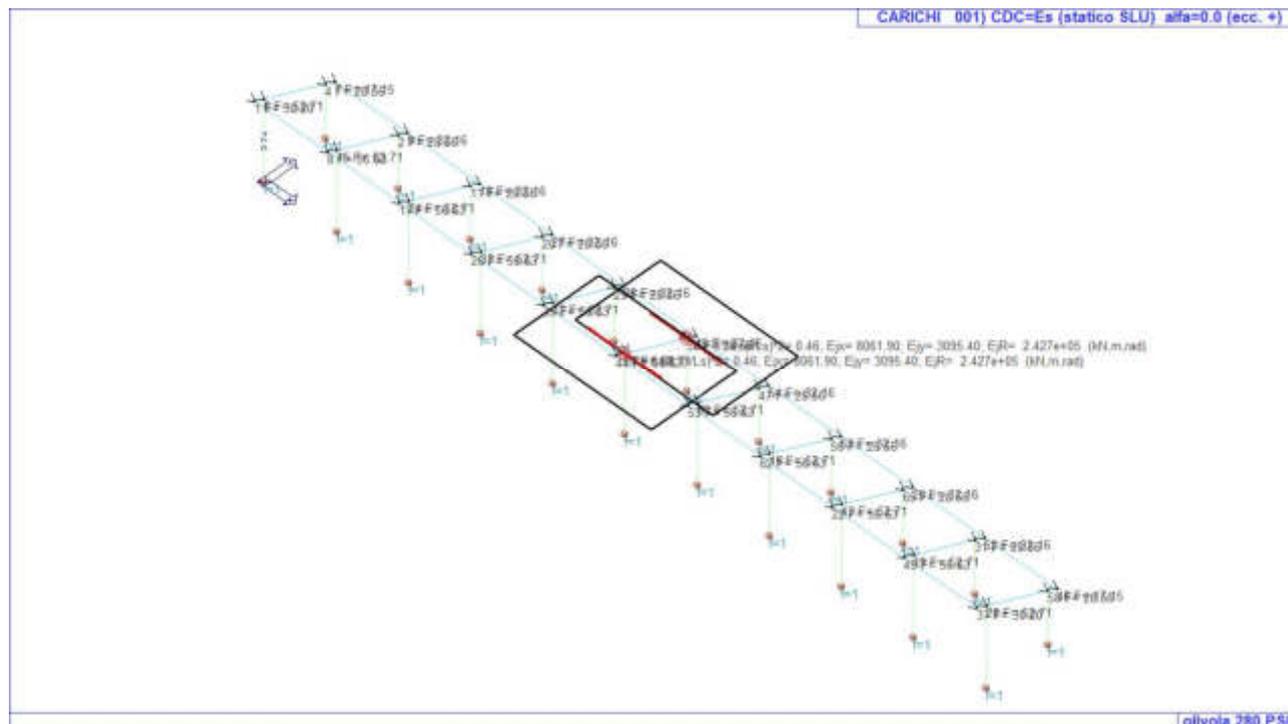
I casi di carico utilizzati nella modellazione oggetto della presente relazione sono i seguenti:

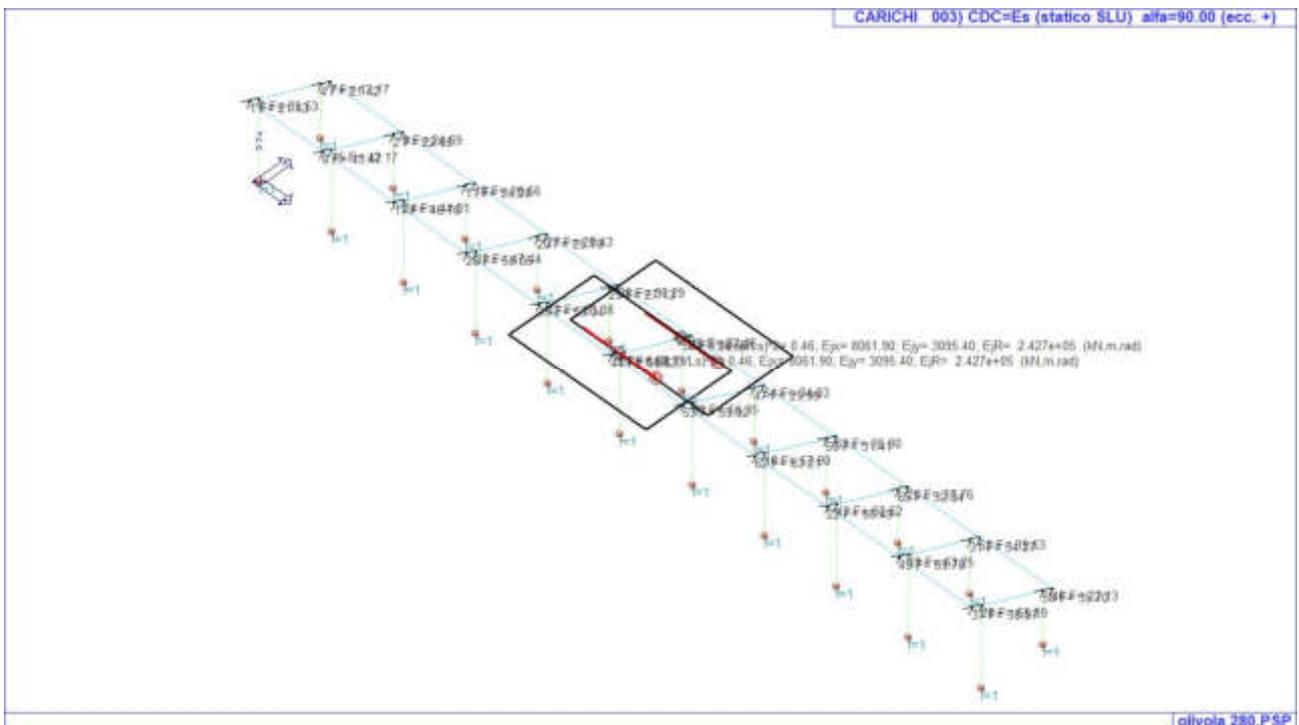
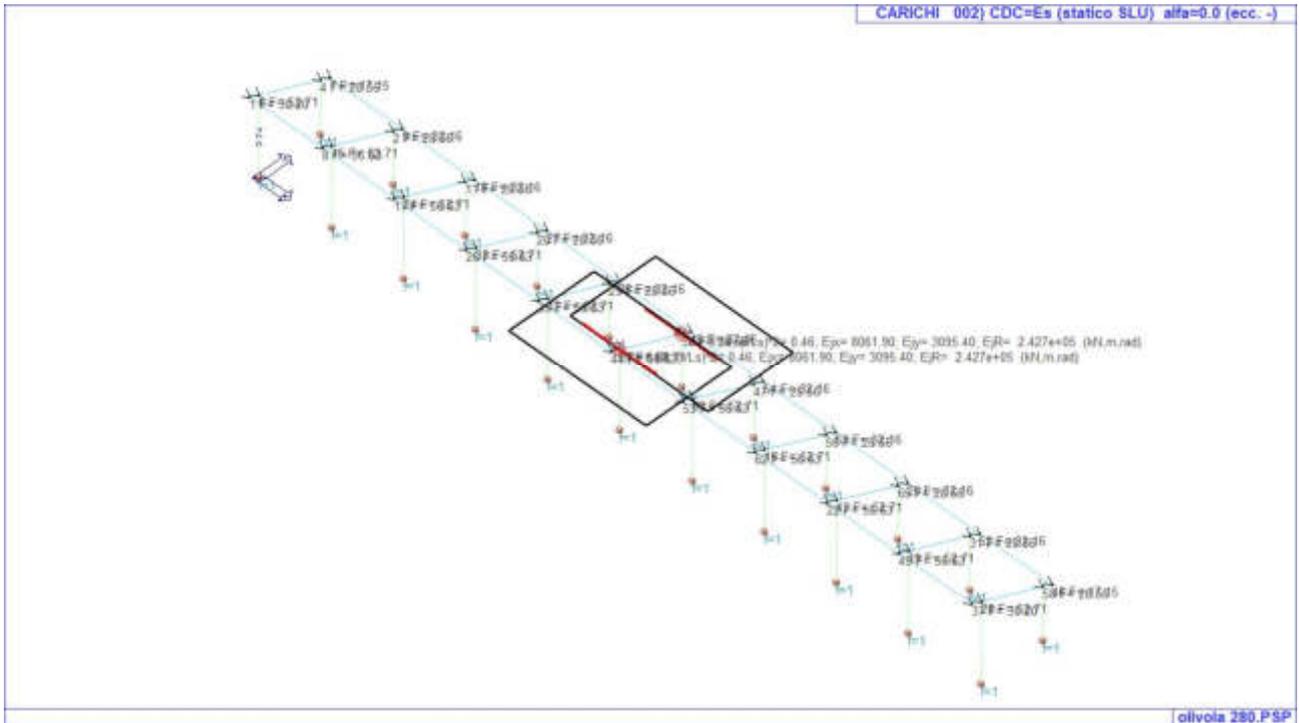
TABELLA_CASI_DI_CARICO

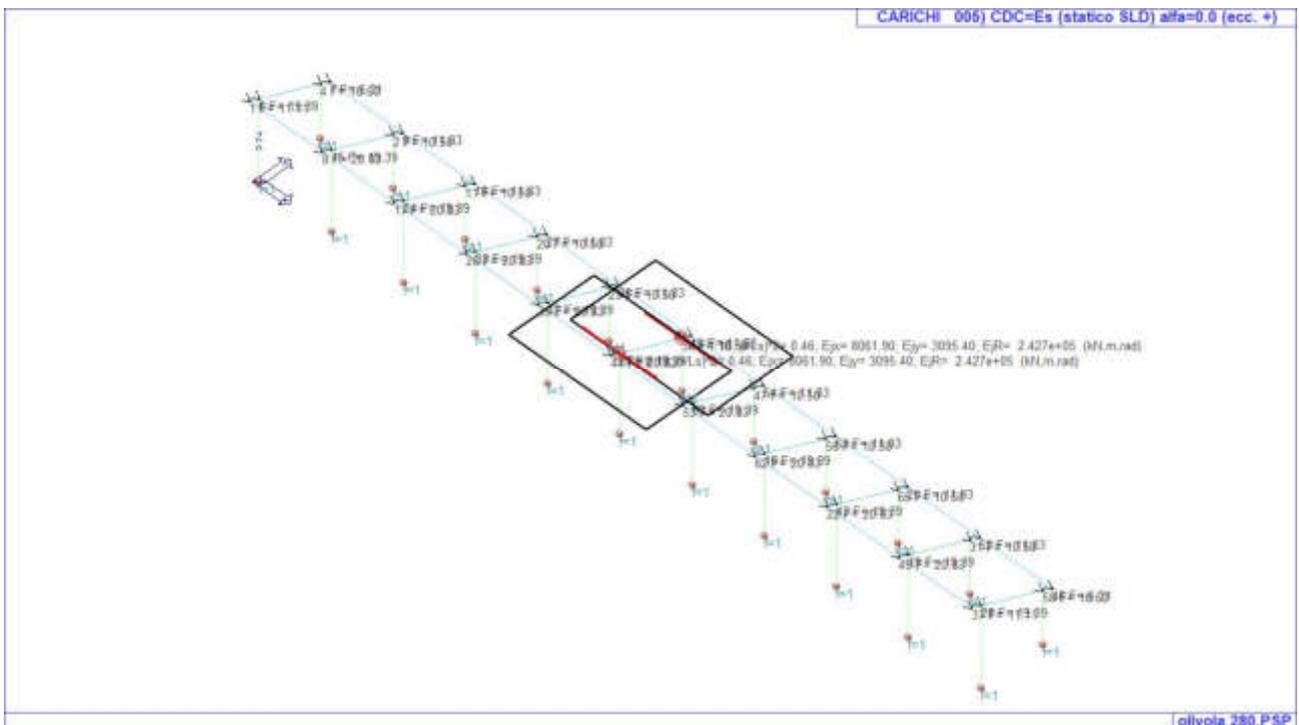
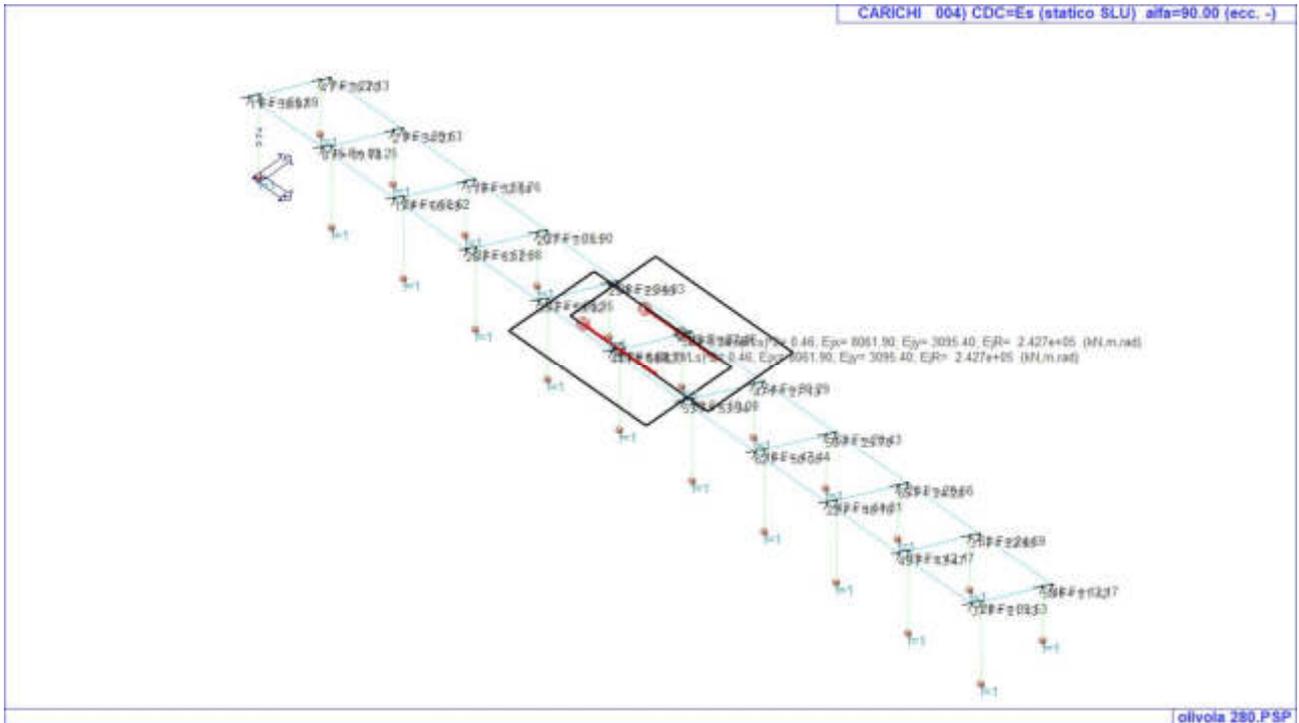
CDC	Tipo CDC	Sigla Id	Note
1	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	
2	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	
3	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	
4	Esk	CDC=Es (statico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	
5	Esk	CDC=Es (statico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	
6	Esk	CDC=Es (statico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	
7	Esk	CDC=Es (statico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	
8	Esk	CDC=Es (statico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)	
9	Qvk	CDC=Qvk (carico da vento)+	
10	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
11	Gk	CDC=G1k (permanente generico)	
12	Qk	CDC=Qk (variabile generico) neve	

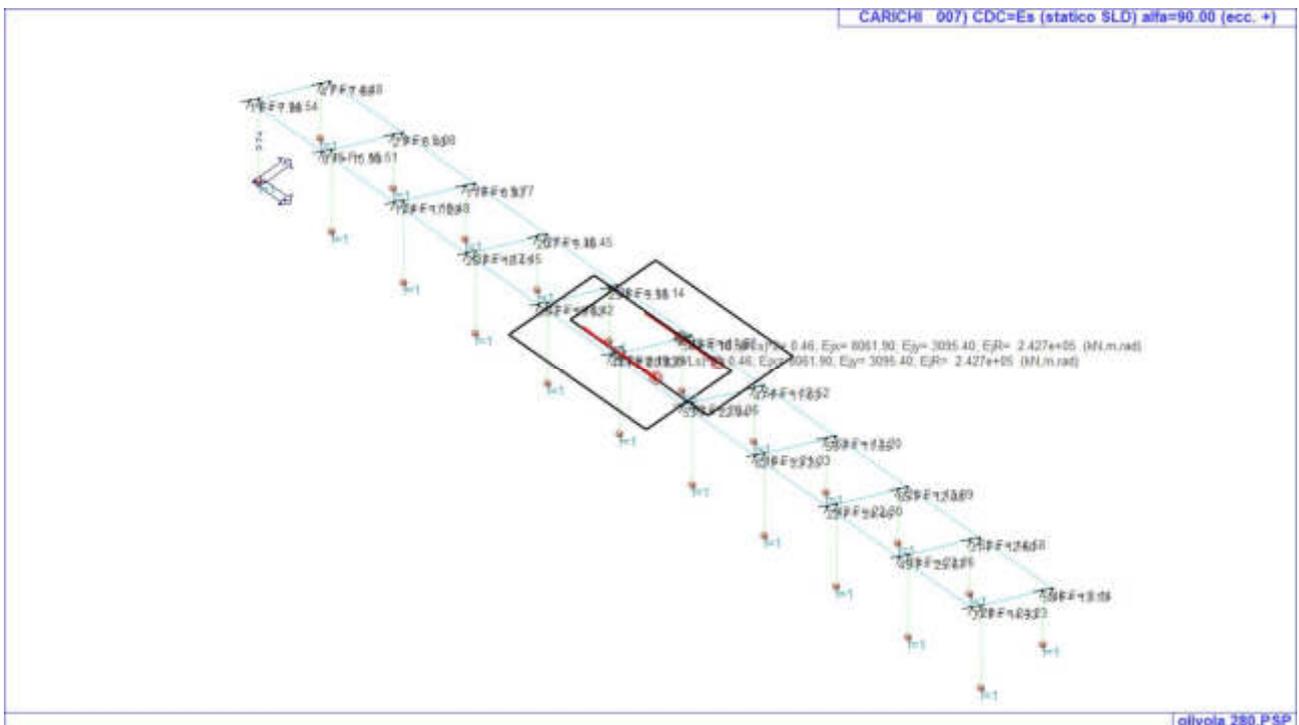
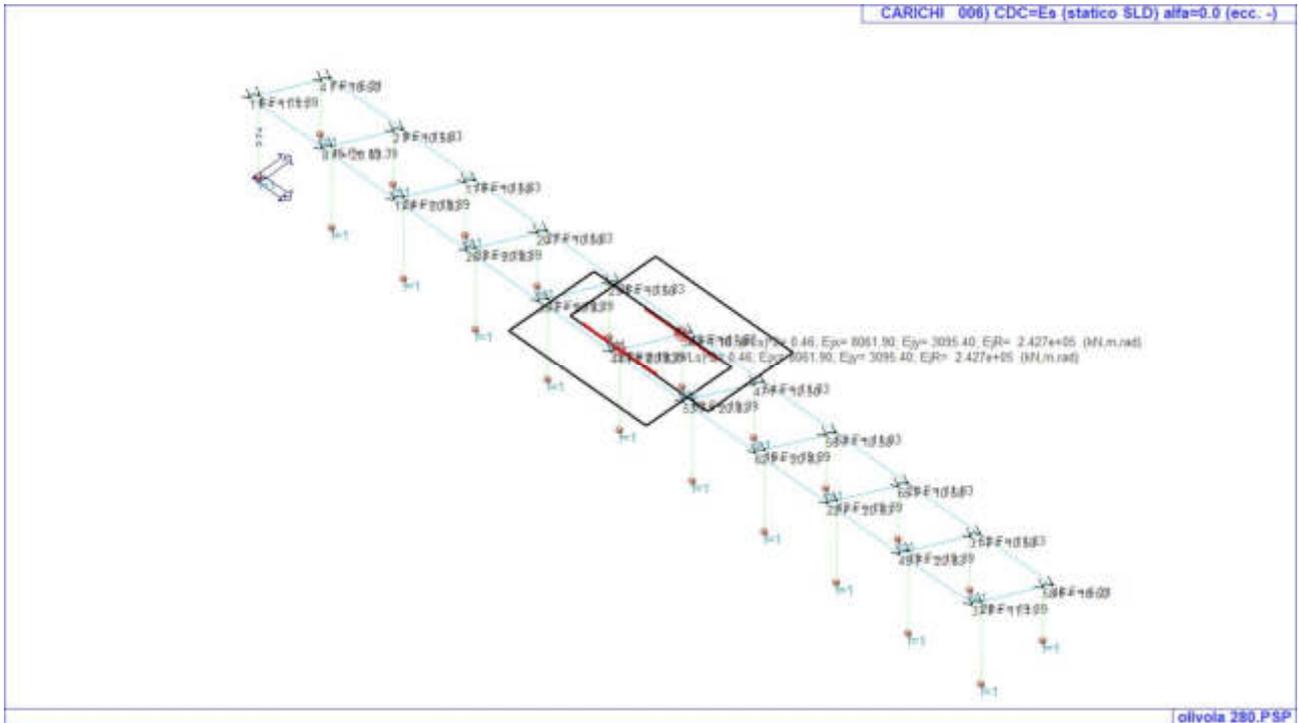
Legenda

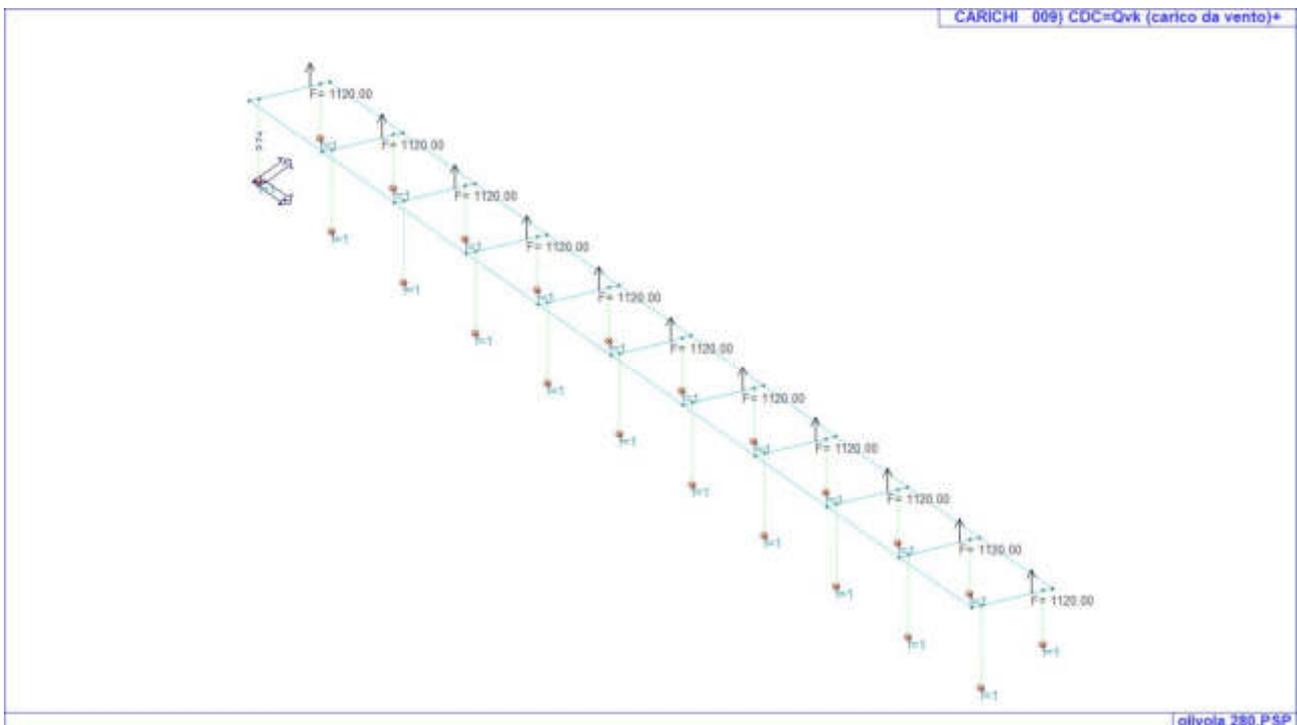
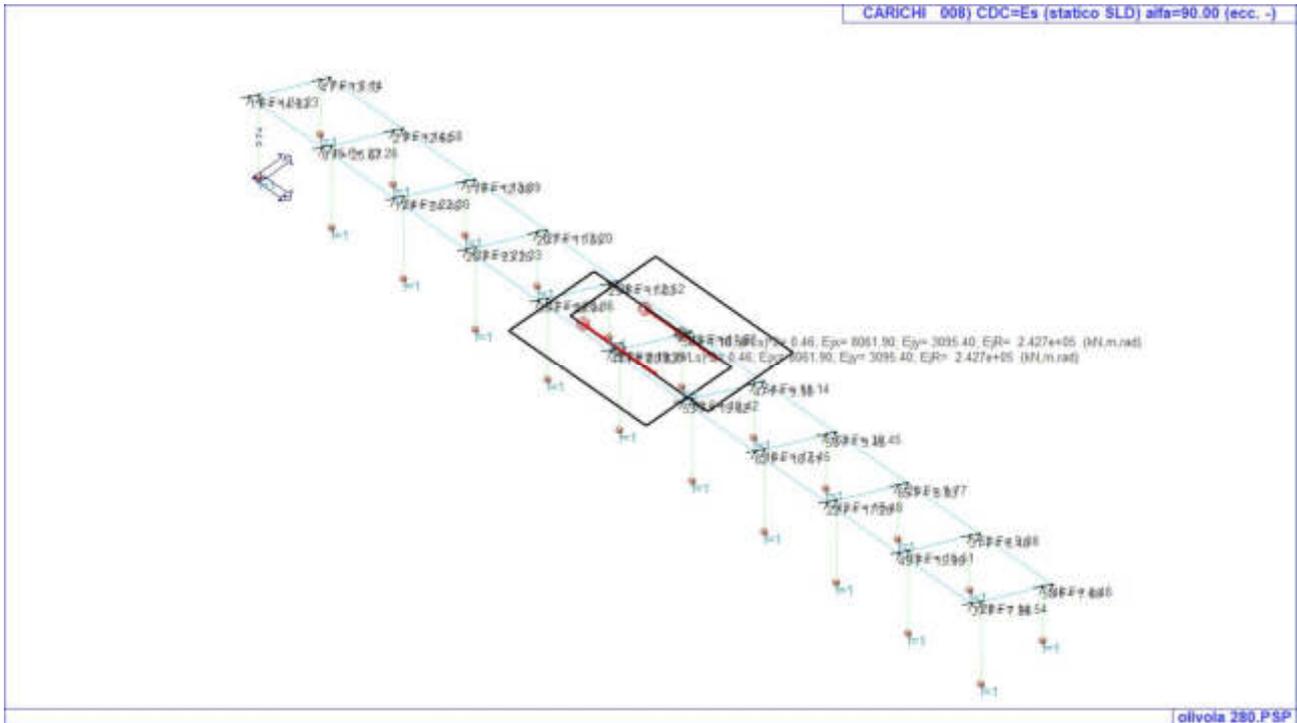
Tipo CDC Indica il tipo di caso di carico

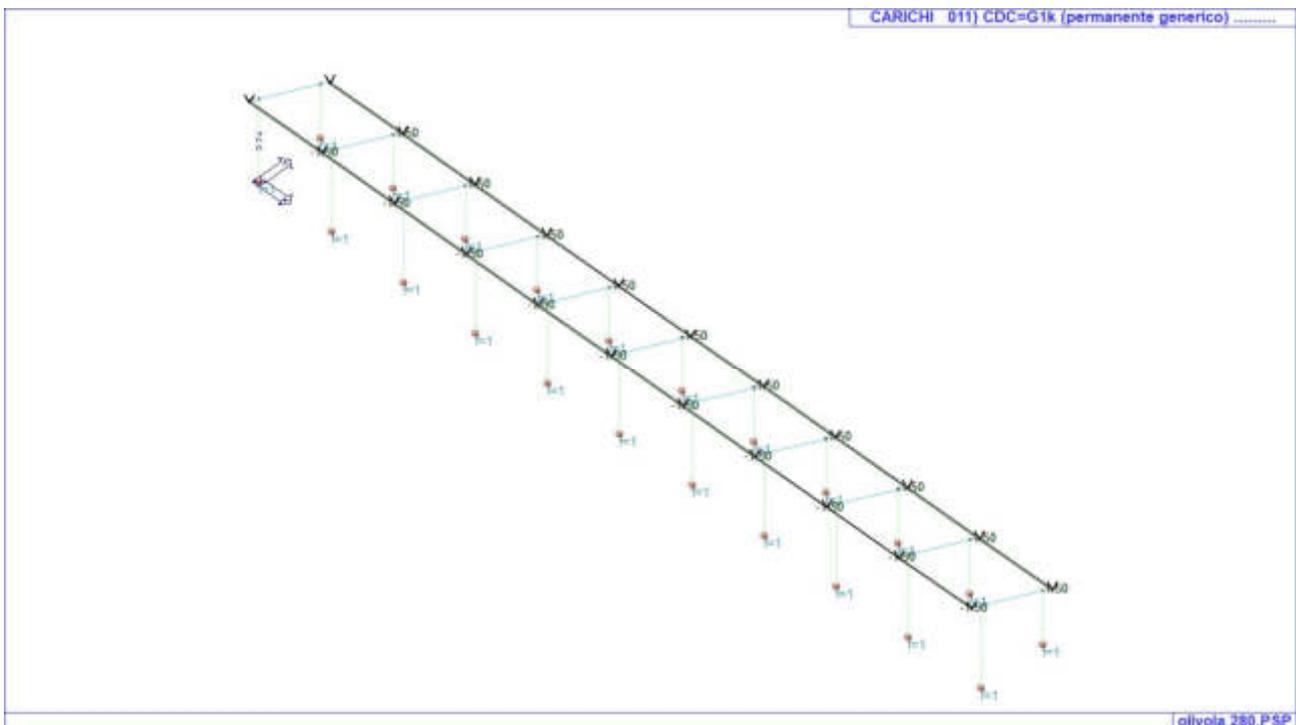
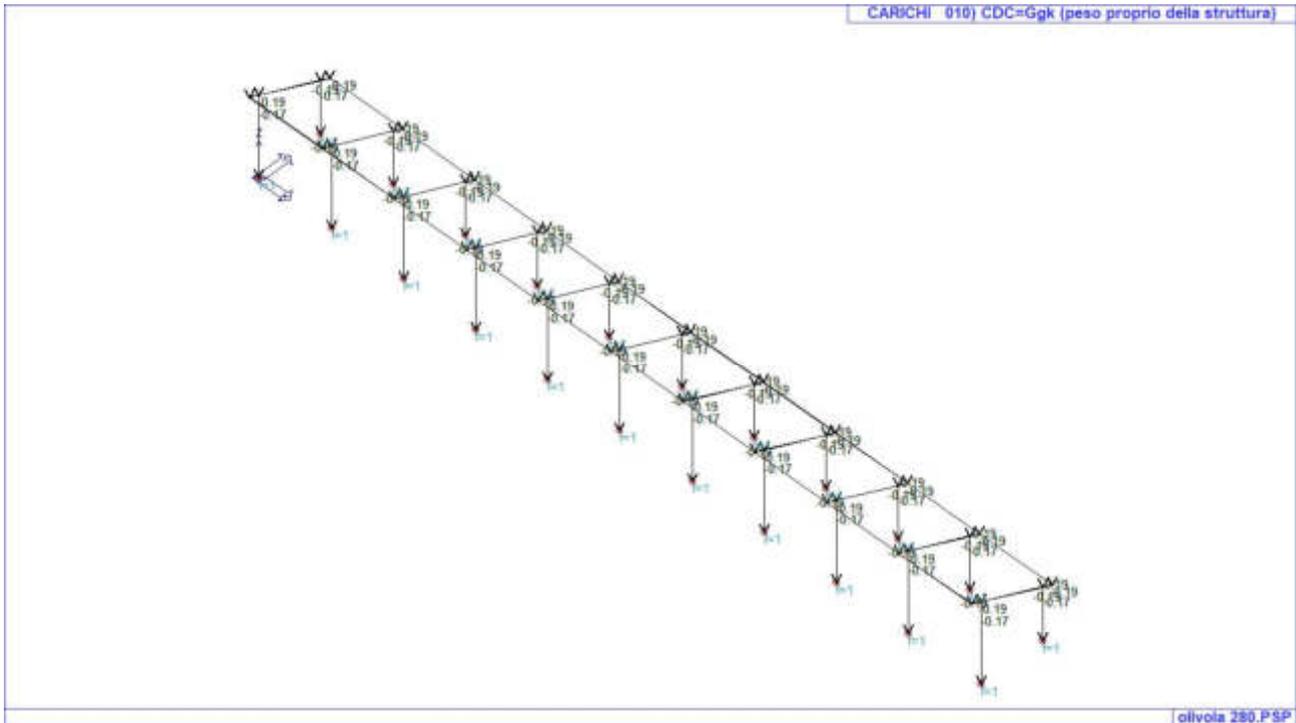


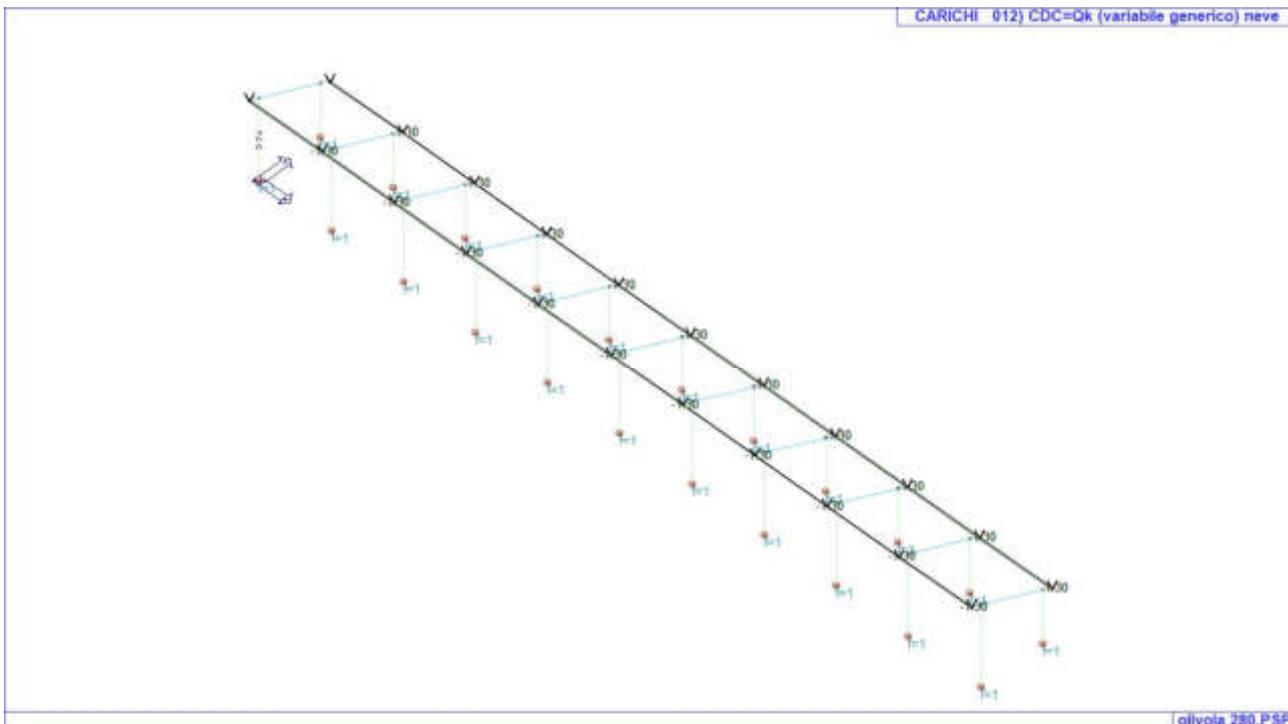












DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI

Le combinazioni previste per i diversi casi di carico (CDC) seguono le regole previste dalla Normativa vigente e sono destinate al controllo di sicurezza della struttura e alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

Combinazione fondamentale SLU

$$\gamma G_1 \cdot G_1 + \gamma G_2 \cdot G_2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q_1 \cdot Q_{k1} + \gamma Q_2 \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma Q_3 \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione caratteristica (rara) SLE

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

Combinazione frequente SLE

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

Combinazione quasi permanente SLE

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

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E

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

Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite connessi alle azioni eccezionali

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

Dove:

NTC 2018 Tabella 2.5.I

Destinazione d'uso/azione	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Categoria A residenziali	0,70	0,50	0,30
Categoria B uffici	0,70	0,50	0,30
Categoria C ambienti suscettibili di affollamento	0,70	0,70	0,60
Categoria D ambienti ad uso commerciale	0,70	0,70	0,60
Categoria E biblioteche, archivi, magazzini,...	1,00	0,90	0,80
Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli $\leq 30\text{kN}$)	0,70	0,70	0,60
Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli $> 30\text{kN}$)	0,70	0,50	0,30
Categoria H Coperture	0,00	0,00	0,00
Vento	0,60	0,20	0,00
Neve a quota ≤ 1000 m	0,50	0,20	0,00
Neve a quota > 1000 m	0,70	0,50	0,20
Variazioni Termiche	0,60	0,50	0,00

Nelle verifiche possono essere adottati in alternativa due diversi approcci progettuali:

- per l'approccio 1 si considerano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti di sicurezza parziali per le azioni, per i materiali e per la resistenza globale (combinazione 1 con coefficienti A1 e combinazione 2 con coefficienti A2),
- per l'approccio 2 si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale (con coefficienti A1).

NTC 2018 Tabella 2.6.I

		Coefficiente γ_F	EQU	A1	A2
Carichi permanenti	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali (Non compiutamente definiti)	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

TIPO DI ANALISI EFFETTUATE

Tipo di analisi strutturale	
Analisi per carichi non sismici	SI
Sismica statica lineare	SI
Sismica dinamica lineare	NO
Sismica statica non lineare (triangolare; G1 – a §7.3.3.2)	NO
Sismica statica non lineare (prop. modo; G1 – b §7.3.4.2)	NO
Sismica statica non lineare (prop. tagli di piano; G1 – c §7.3.4.2)	NO
Sismica statica non lineare (prop. masse; G2 – a §7.3.4.2)	NO
Sismica statica non lineare (multimod; G2 – c §7.3.4.2)	NO
Non linearità geometriche (fattore P delta)	NO

COMBINAZIONI E/O PERCORSI DI CARICO

Combinazioni dei casi di carico	
APPROCCIO PROGETTUALE	Approccio 2
SLU	SI
SLV (SLU con sisma)	SI
SLC	NO
SLD	NO
SLO	NO
SLU GEO A2 (per approccio 1)	NO
SLU EQU	NO
Combinazione caratteristica (rara)	SI
Combinazione frequente	SI
Combinazione quasi permanente (SLE)	SI
SLA (accidentale quale incendio)	NO

TABELLA_COMBINAZIONI

Tipo CMB	Da	Da	A	A
-	Id	Nome	Id	Nome
SLV	1	Comb. SLU A1 1	18	Comb. SLU A1 18
SLU	19	Comb. SLU A1 34	26	Comb. SLU A1 41
SLE rara	27	Comb. SLE(rara) 33	30	Comb. SLE(rara) 36
SLE frequente	31	Comb. SLE(freq.) 32	34	Comb. SLE(freq.) 35
SLE quasi permanente	35	Comb. SLE(perm.) 35	36	Comb. SLE(perm.) 36

Legenda

Tipo CMB Indica la categoria di combinazione

Si riportano di seguito, per completezza, le videate delle opzioni così come impostate nel programma:

SLU non sismici							
	g G1 max	g G1 min	g G2 max	g G2 min	g P max	g P min	g Q
Fattori di comb. A1 [STR]	1.3	1	1.5	0.8	1	1	1.5
Fattori di comb. A2 [GEO]	1	1	1.3	0.8	1	1	1.3
<input type="checkbox"/> SLU EQU	1.1	0.9	1.5	0.8	1	1	1.5

SL per azioni sismiche							
g E	g G1 max	g G1 min	g G2 max	g G2 min	g P max	g P min	g Q
Fattori di comb. A1	1	1	1	1	1	1	1
Fattori di comb. A2	1	1	1	1	1	1	1
<input type="checkbox"/> Non applicare automatismo per il punto NTC 7.2.5 (amplificazione azioni elementi soprastanti le fondazioni)							

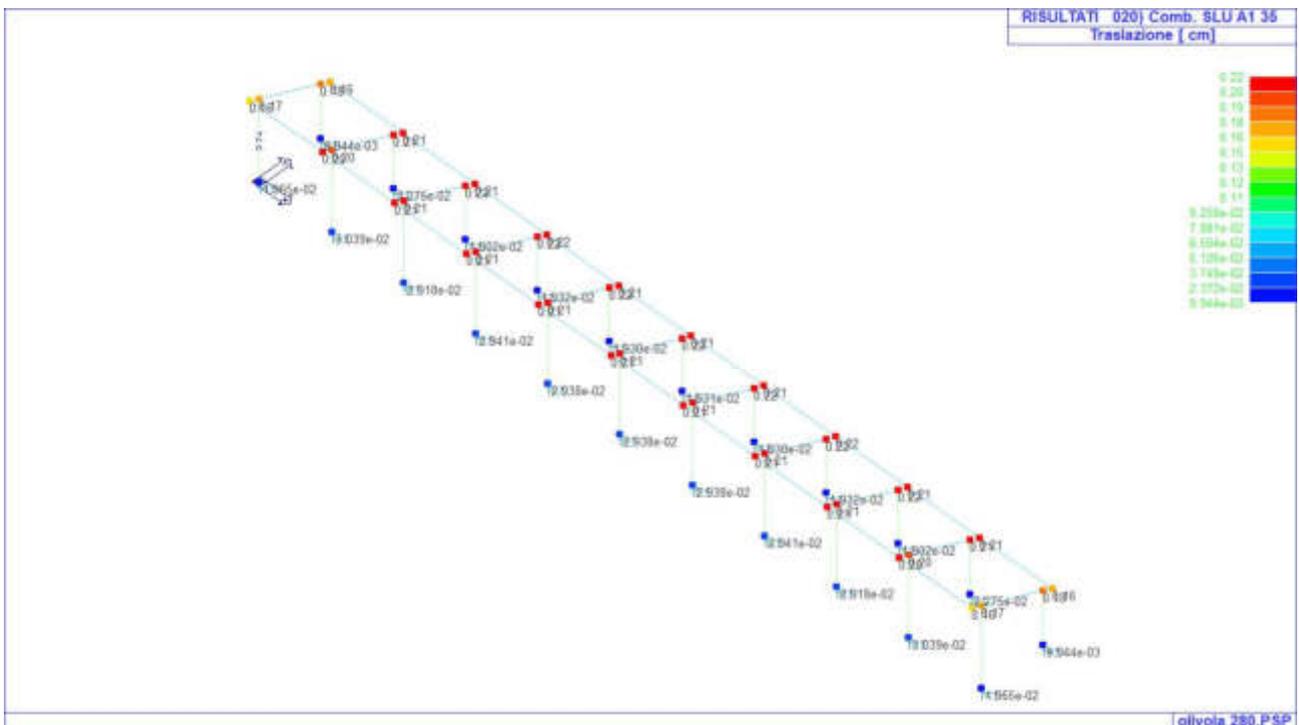
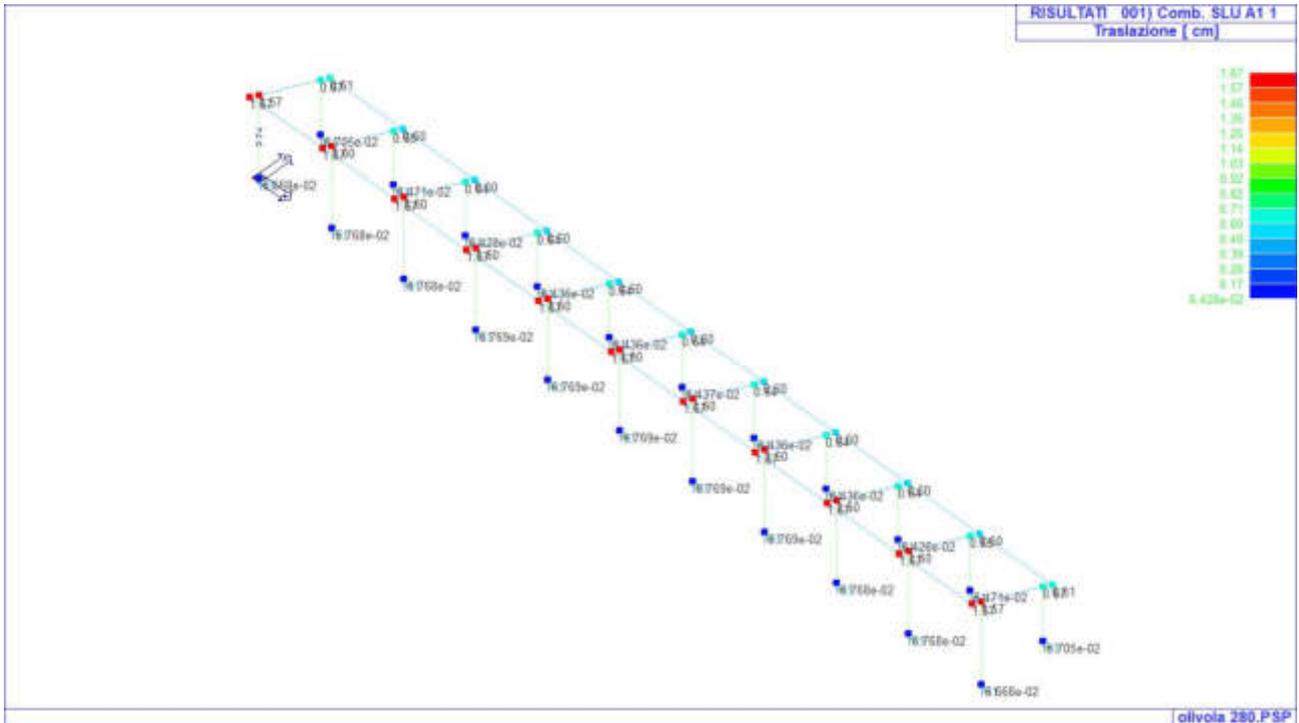
SLU per azioni eccezionali							
	g G1 max	g G1 min	g G2 max	g G2 min	g P max	g P min	g Q
Fattori di combinazione	1	1	1	1	1	1	1

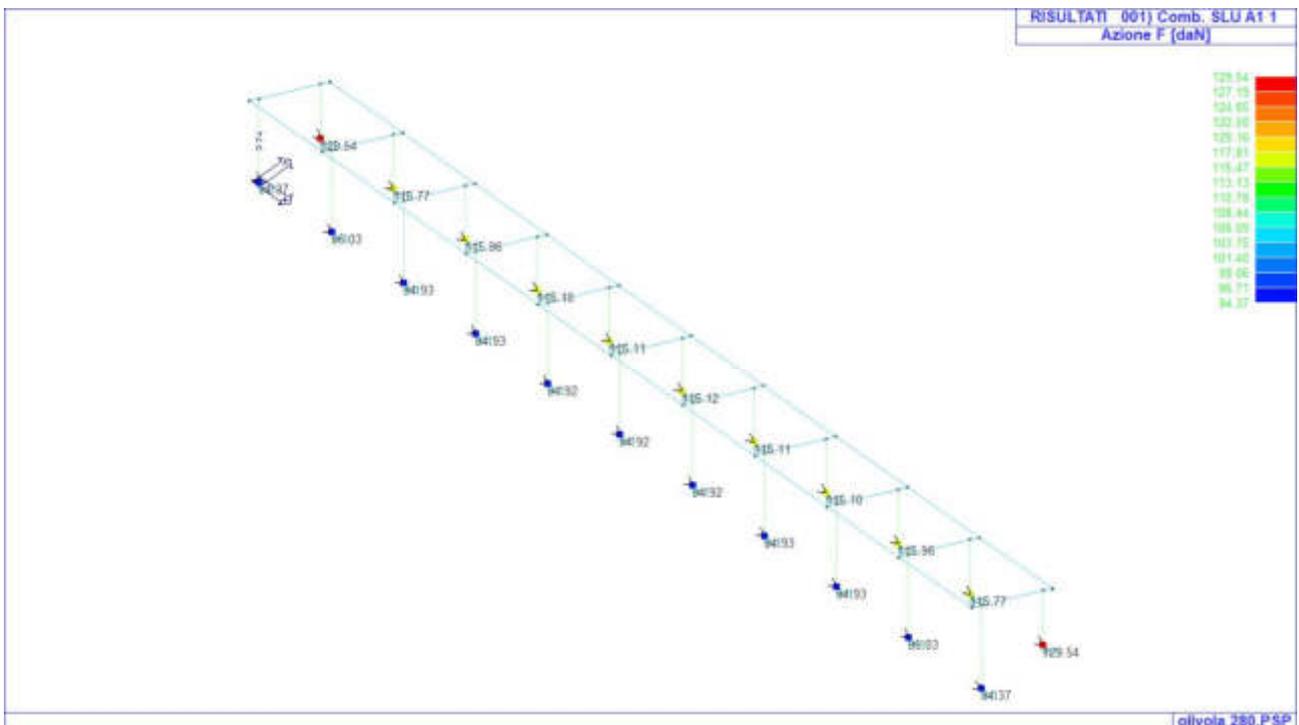
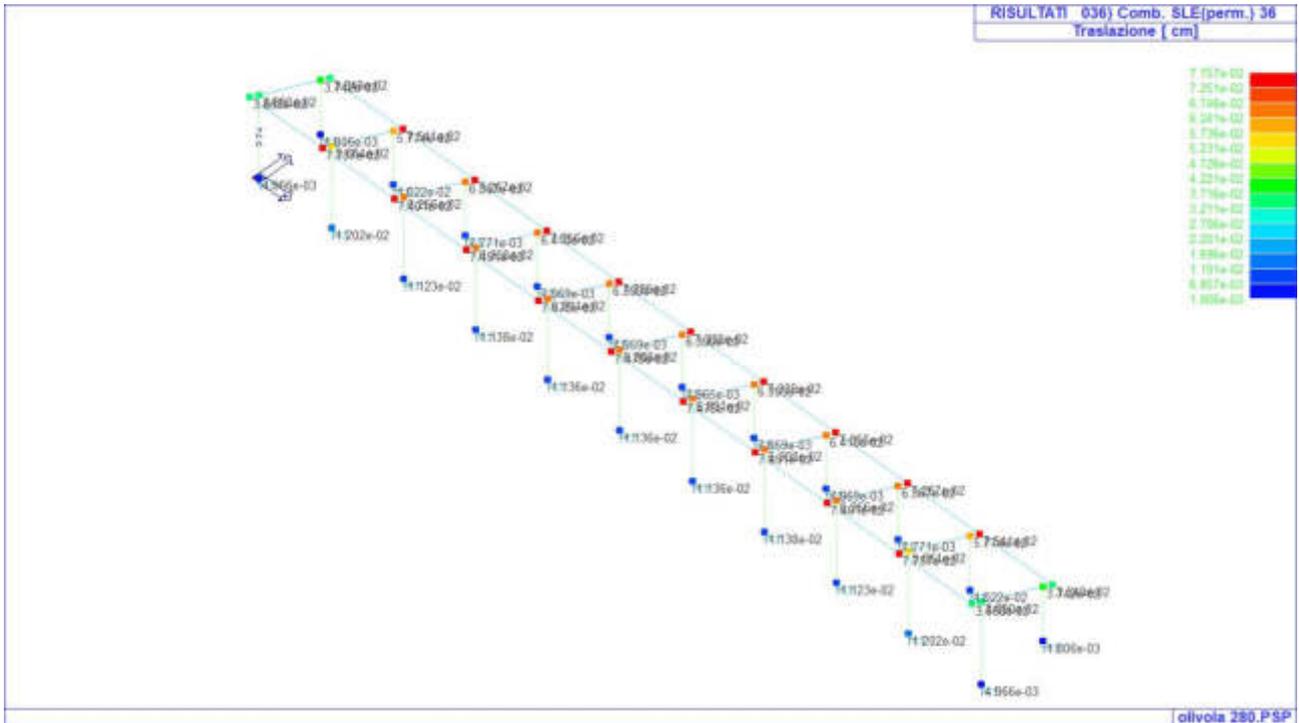
Nota importante: i valori max e min in tabella (riferti ai cdc permanenti e precompressione) applicati con permutazione possono portare ad un numero di combinazioni particolarmente elevato.

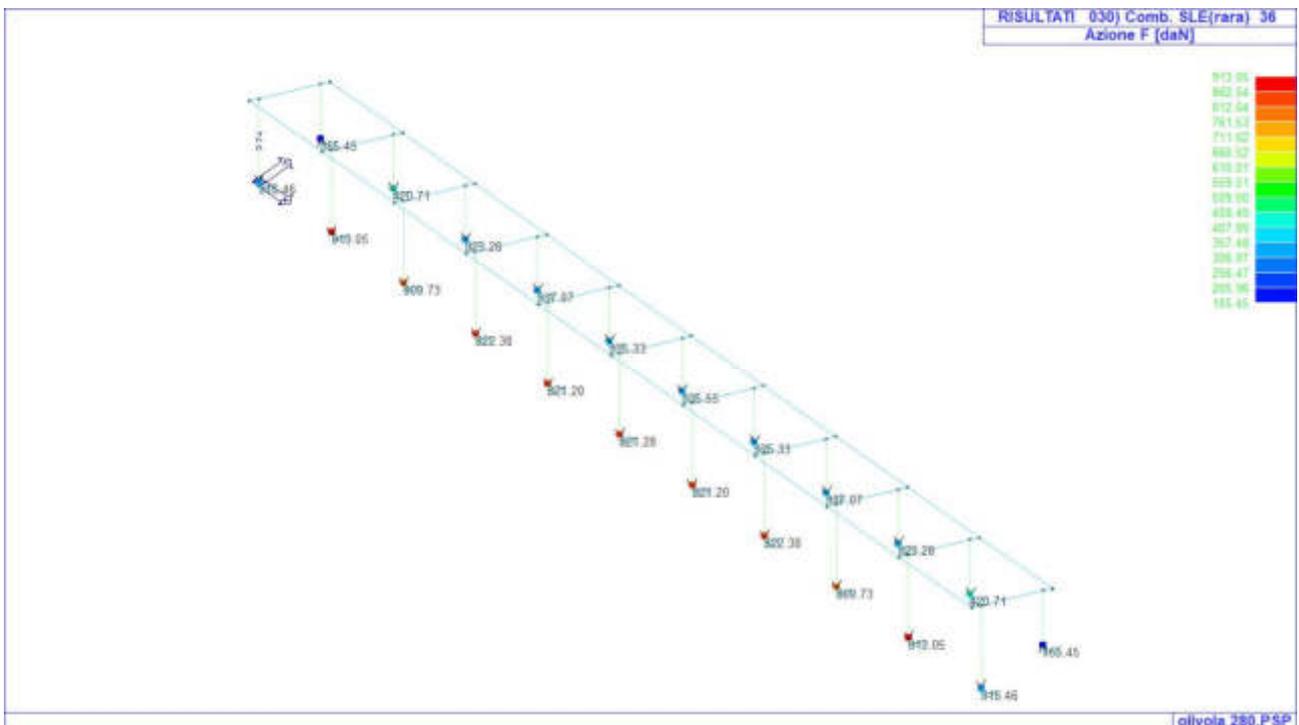
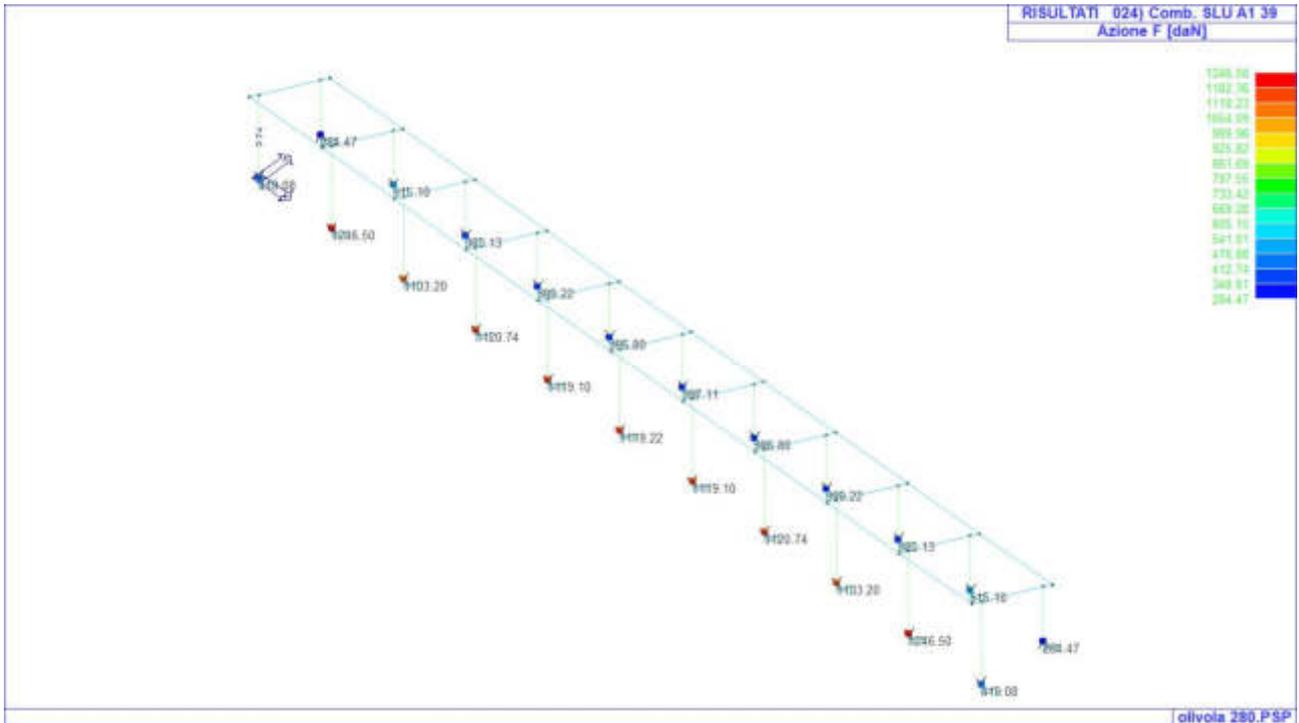
 Permuta valori g min e g max

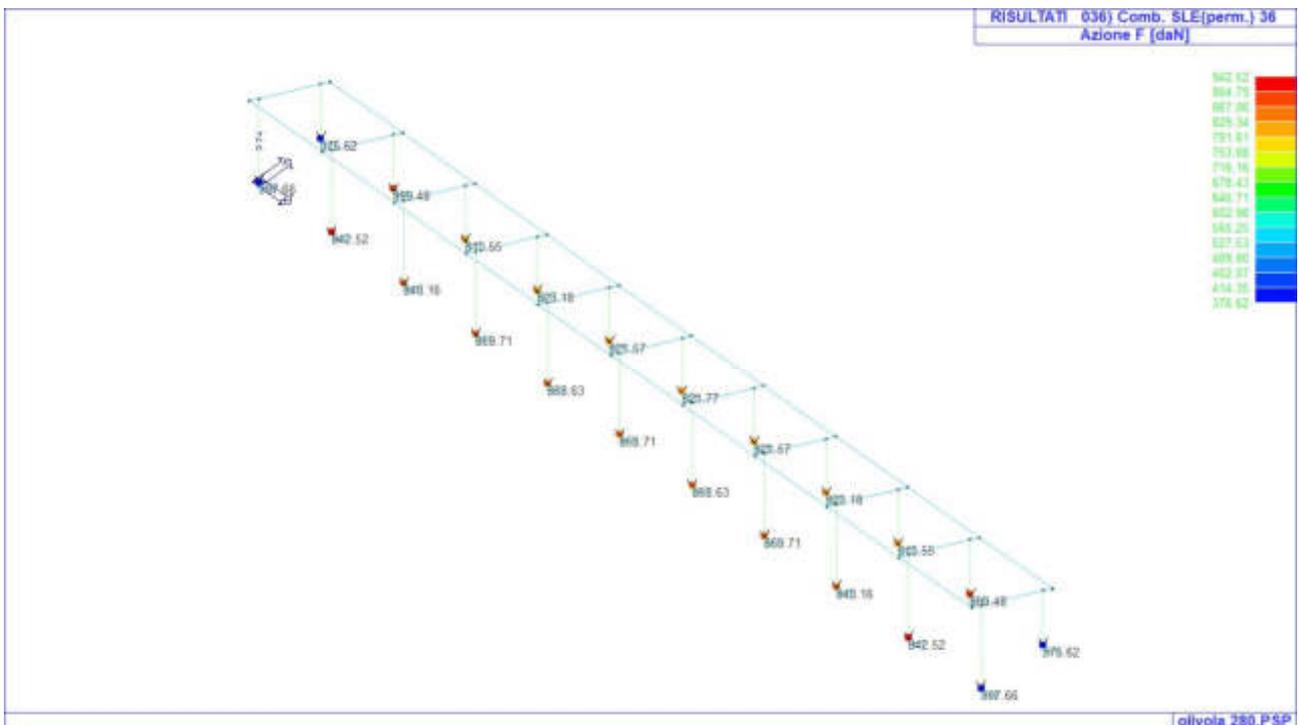
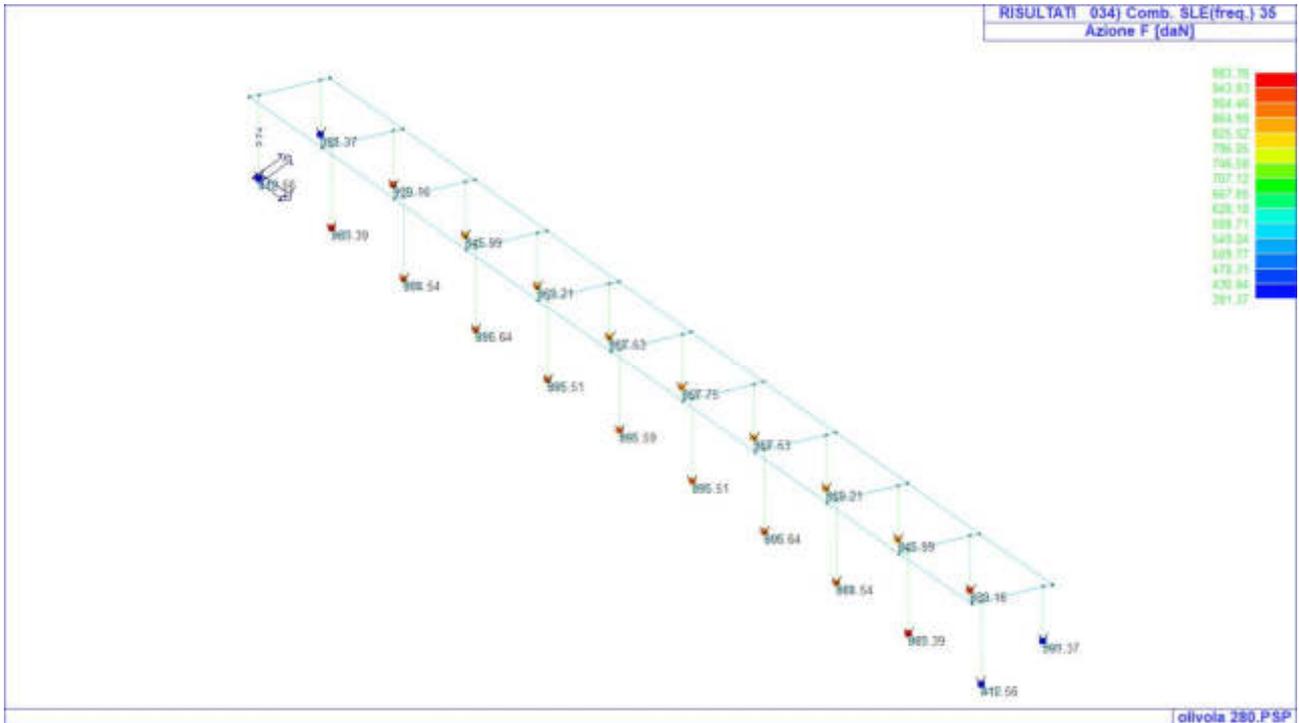
PRINCIPALI RISULTATI

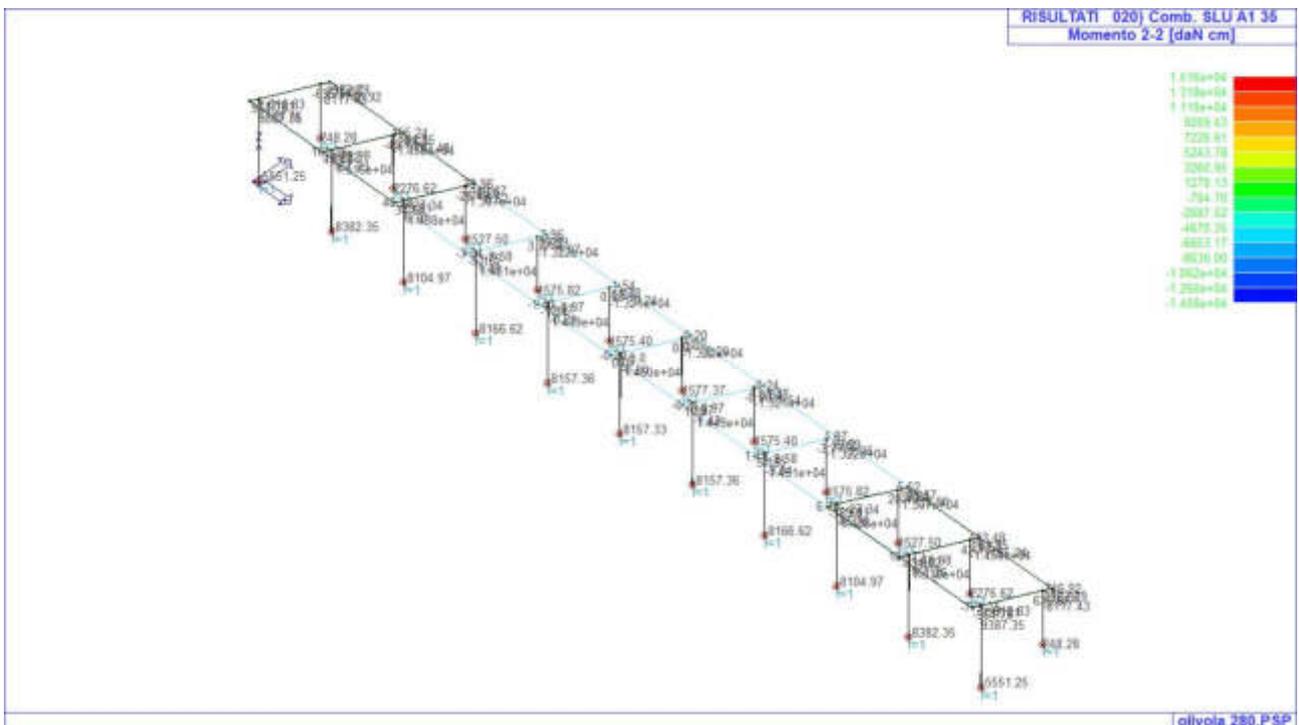
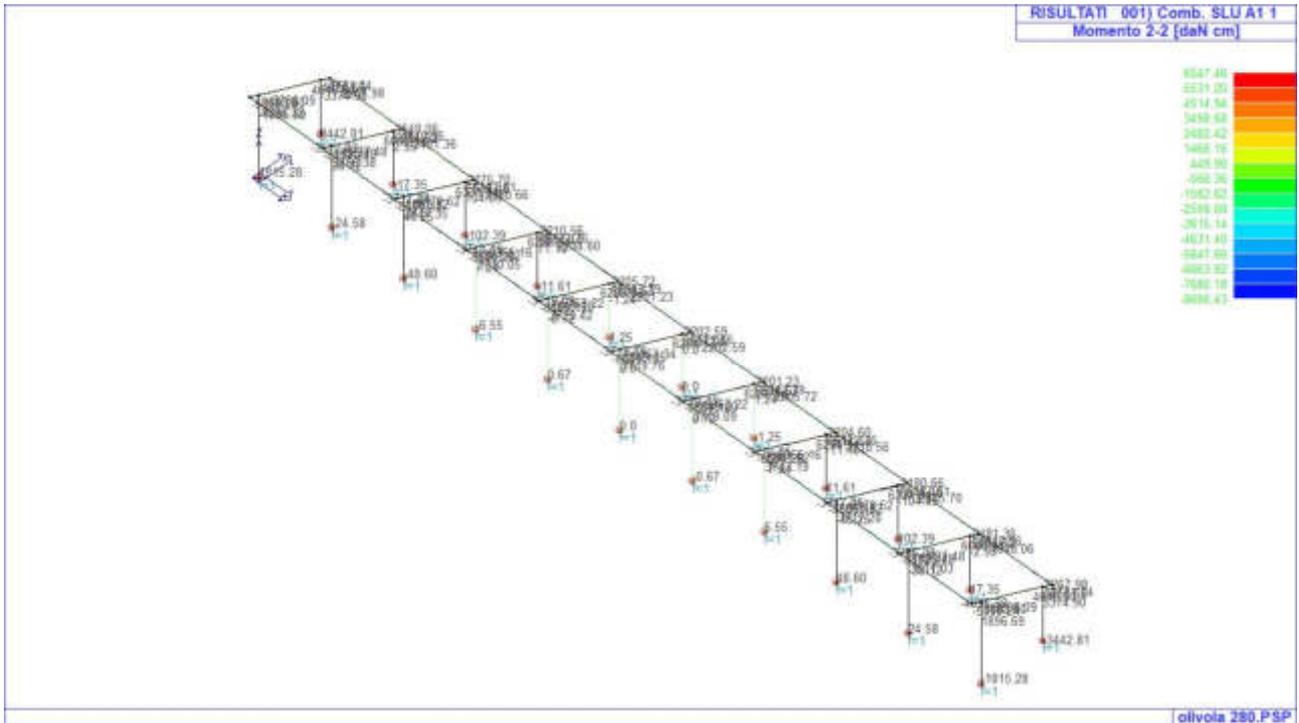
Si riportano i valori massimi dei principali risultati ottenuti per ogni gruppo di combinazioni:

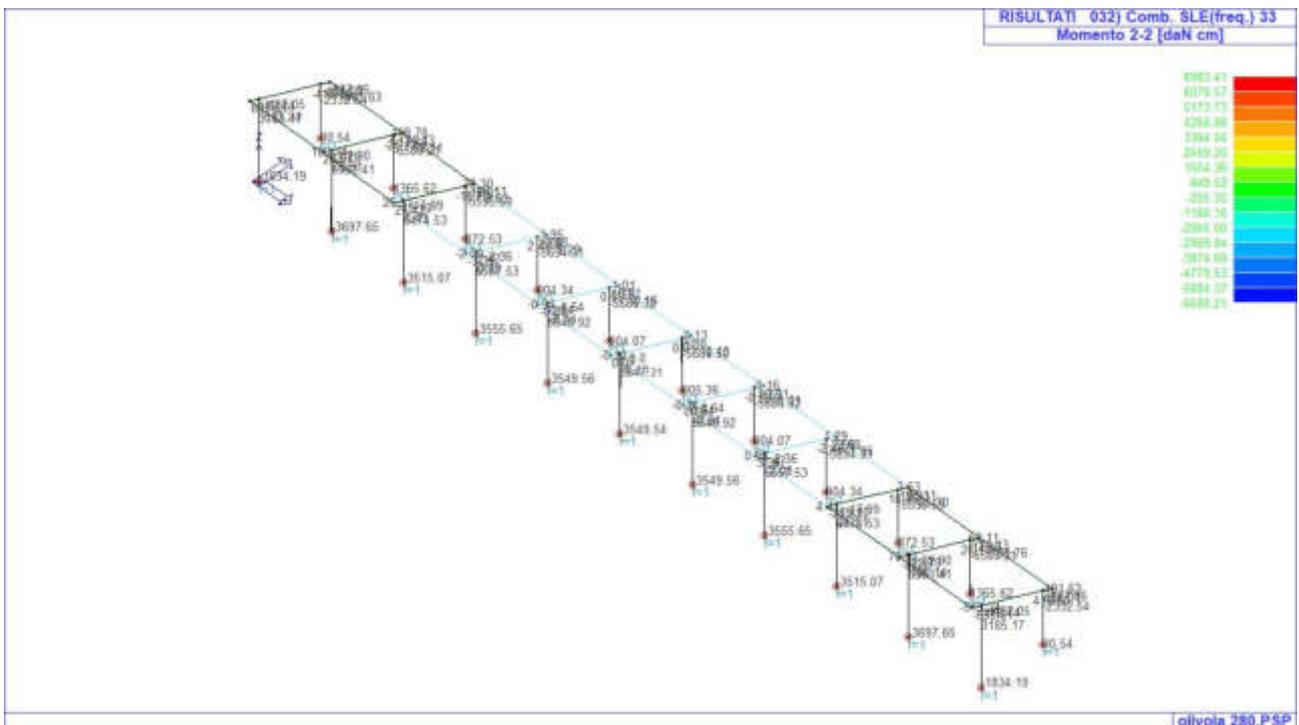
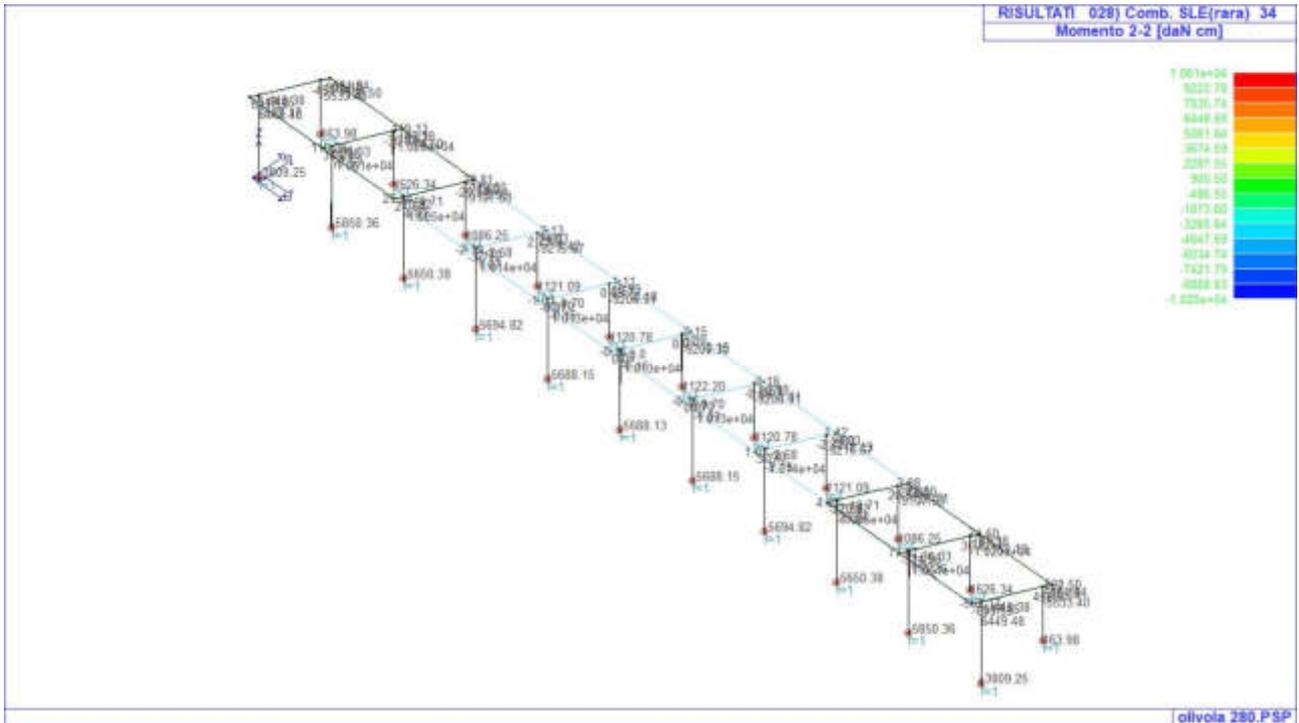


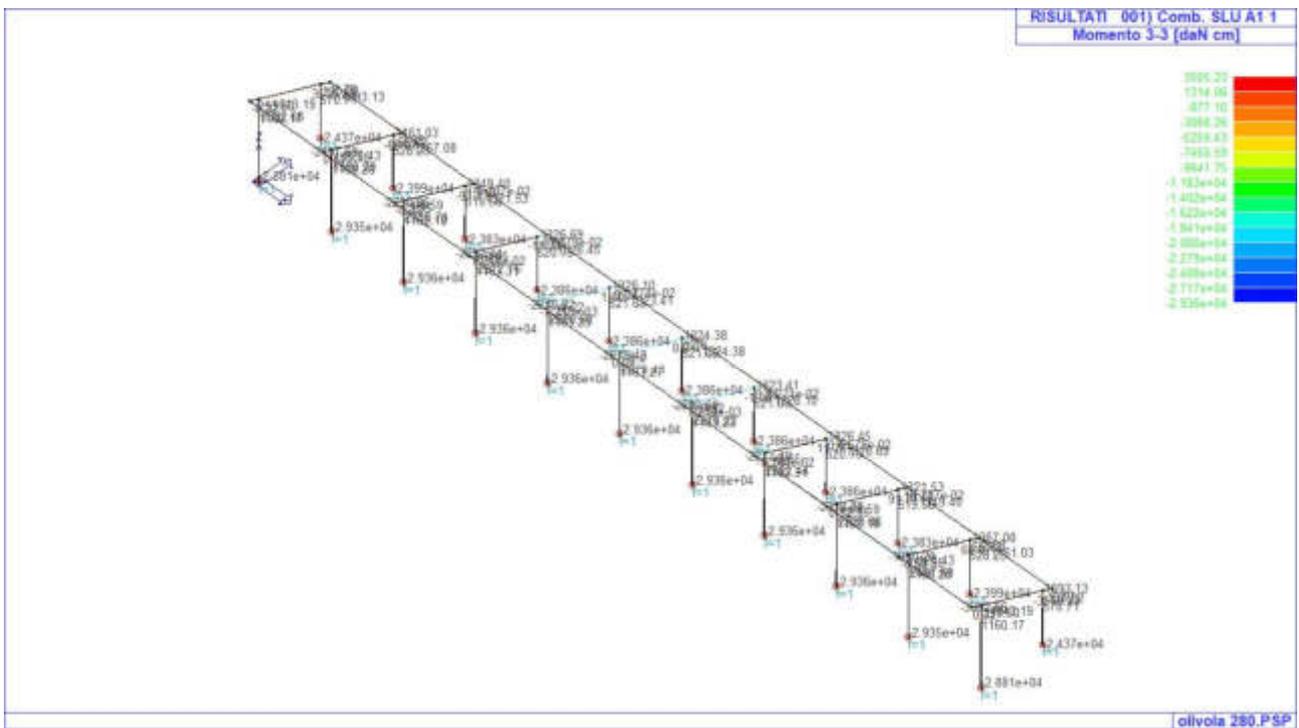
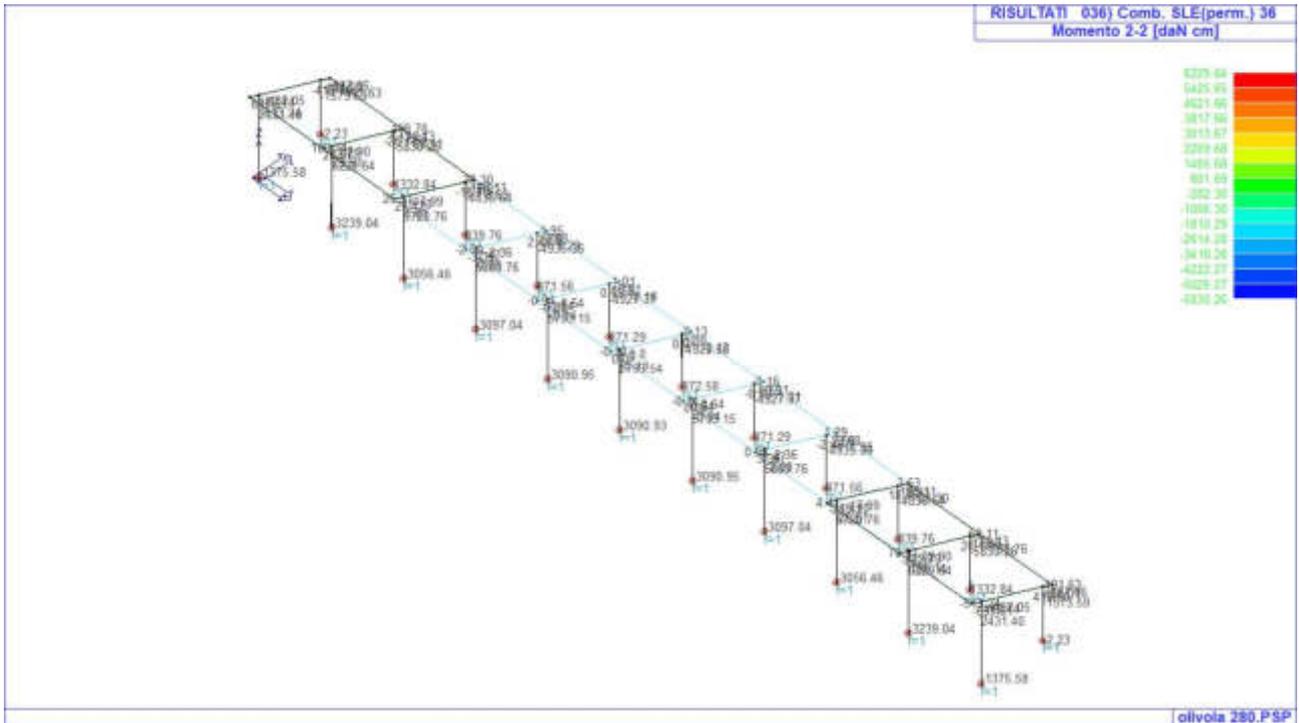


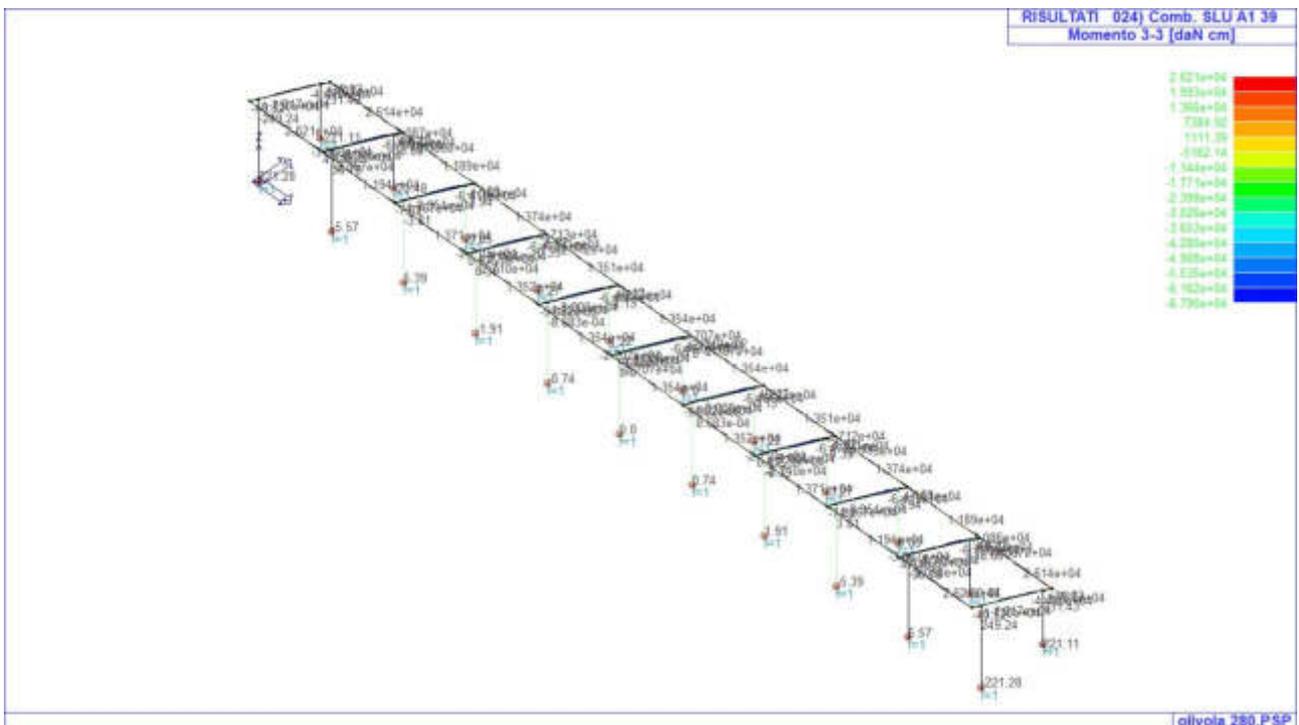
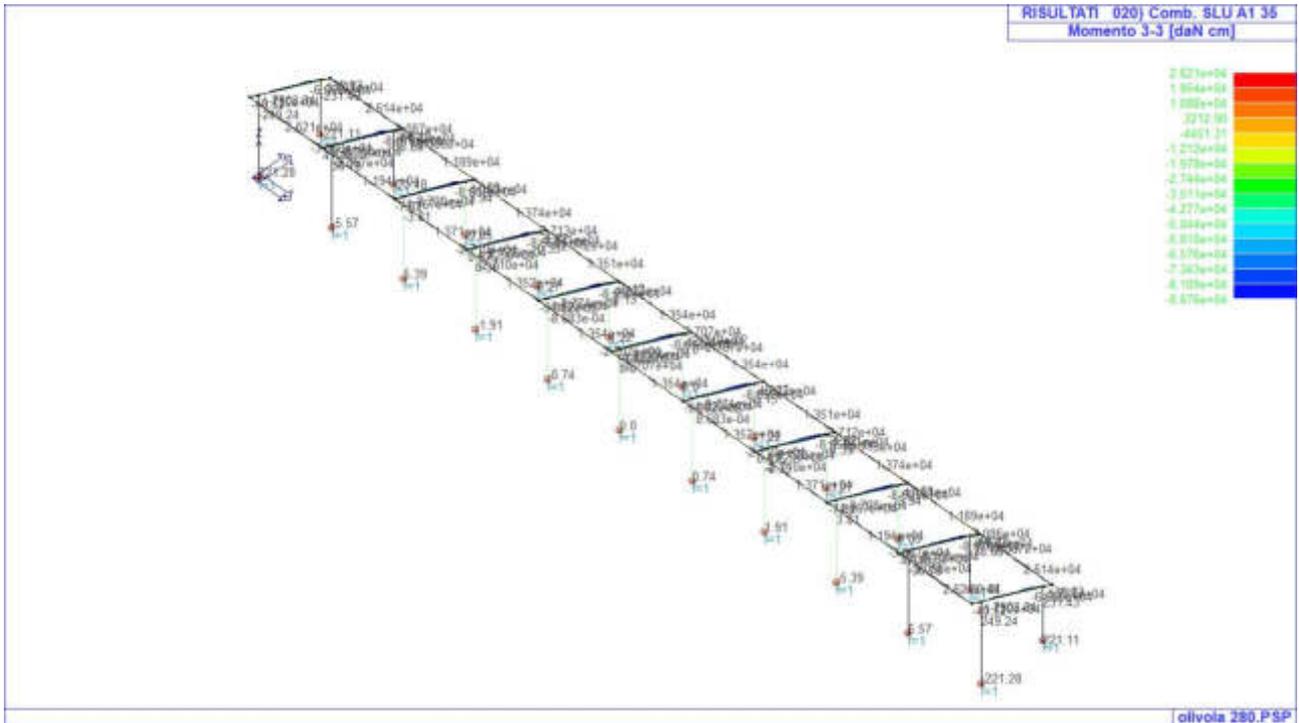


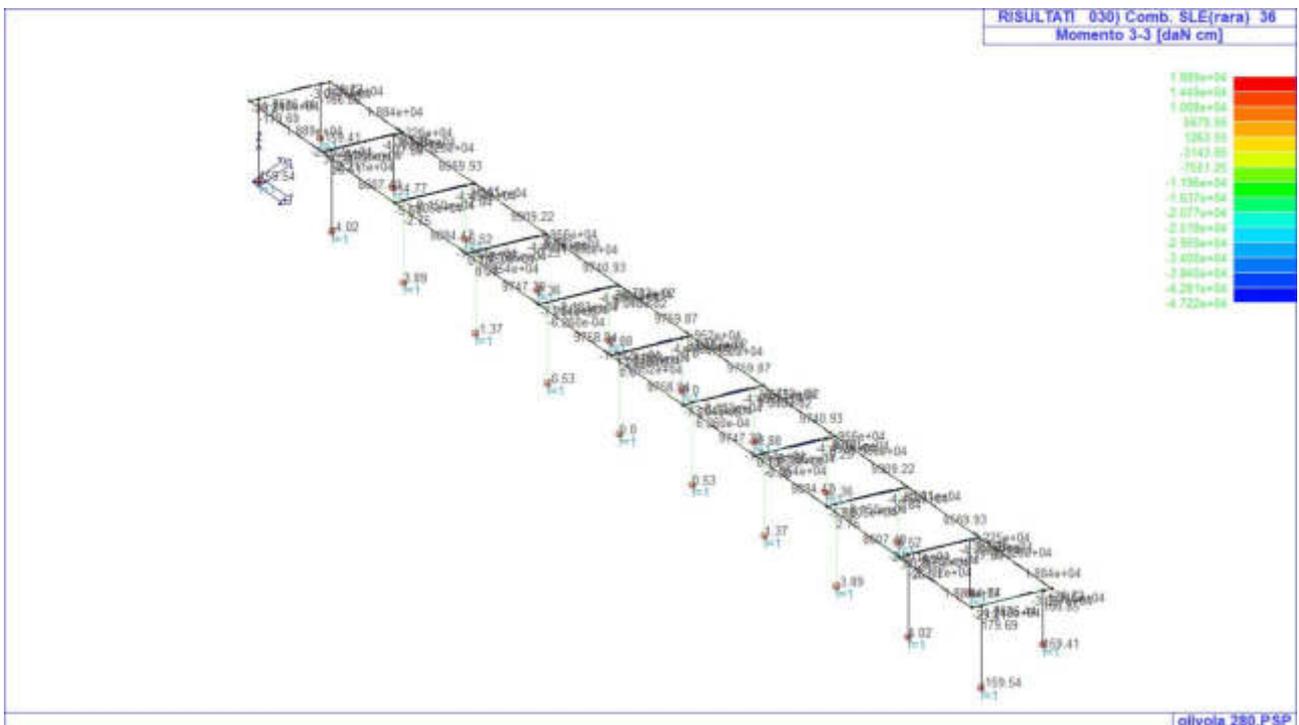
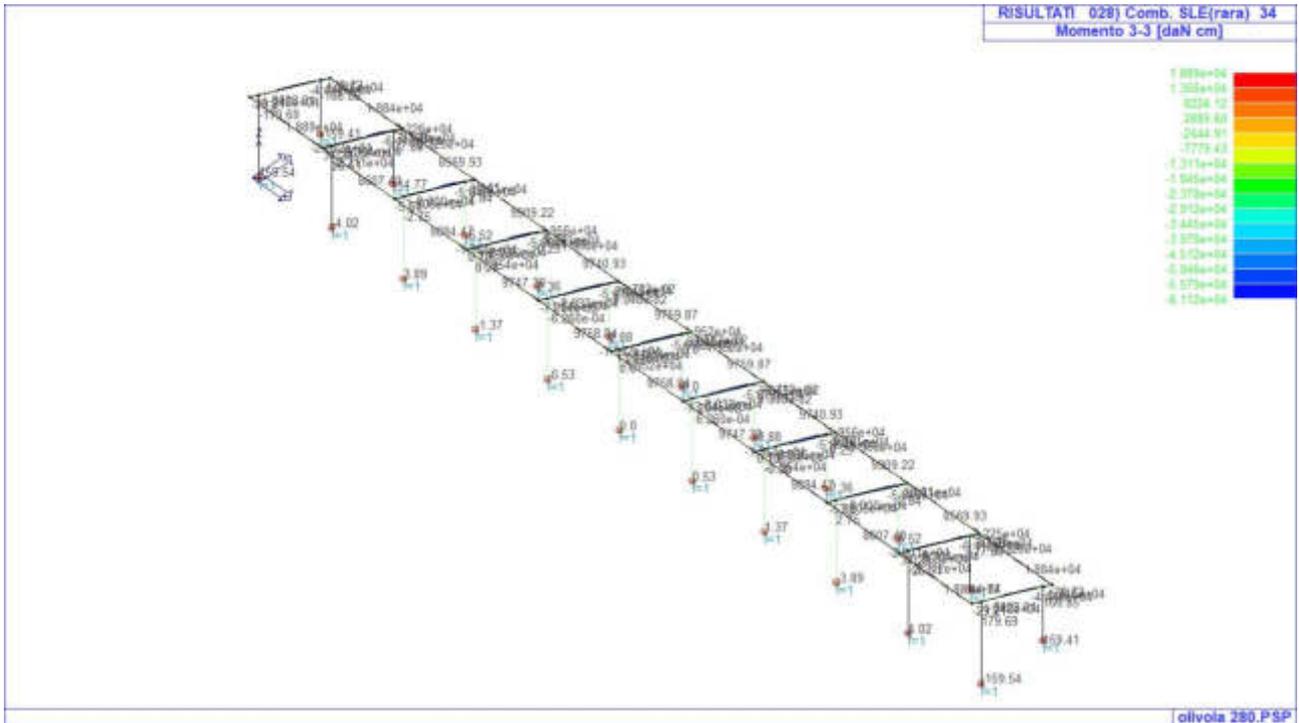


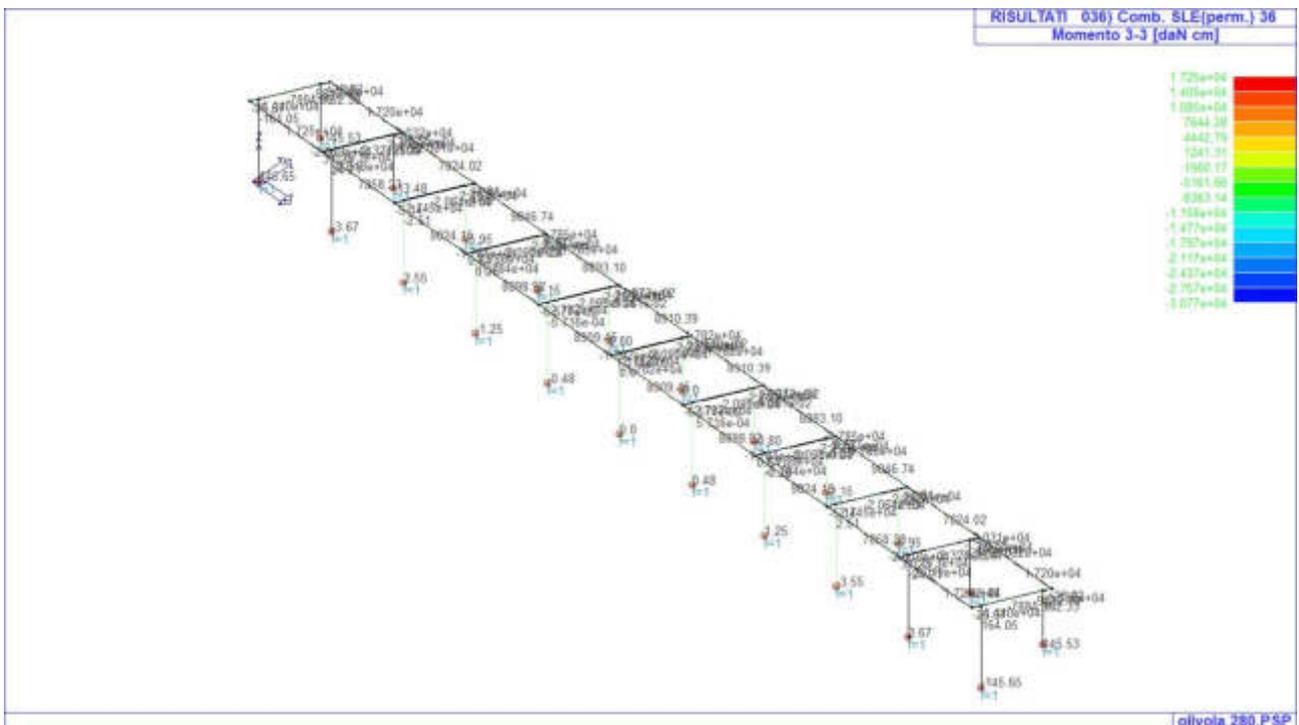
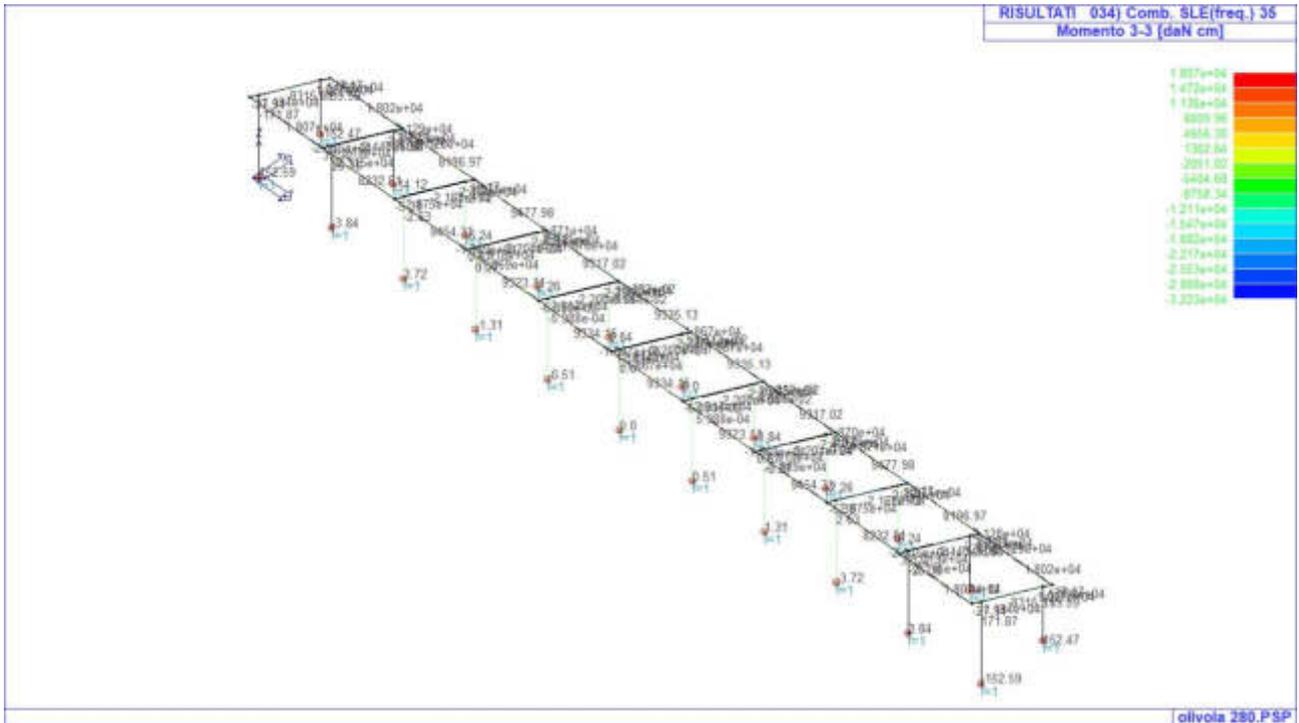


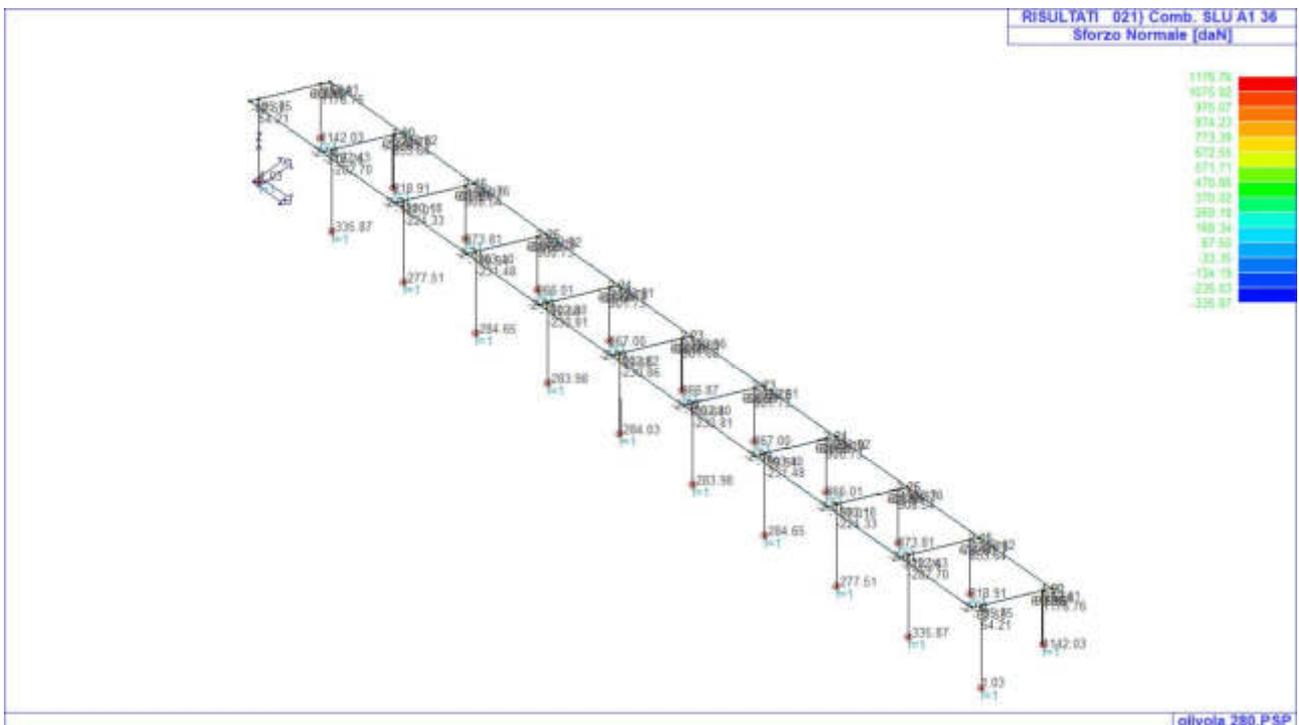
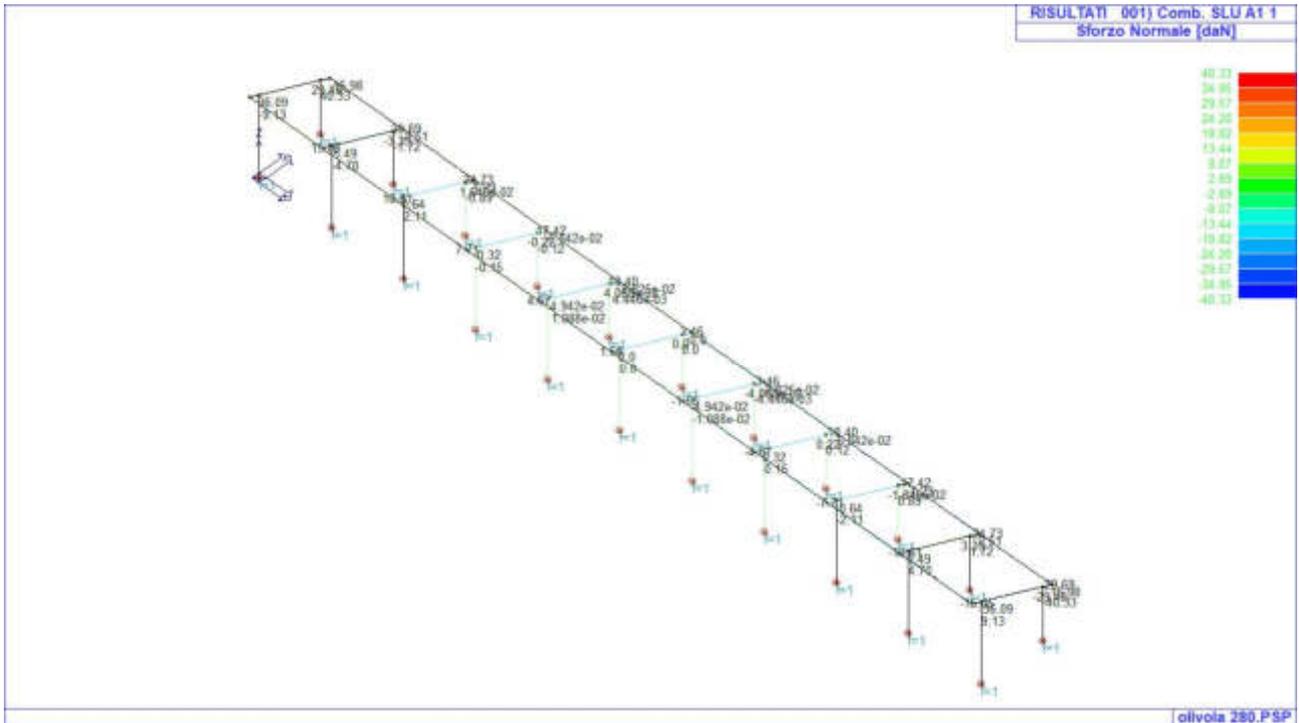


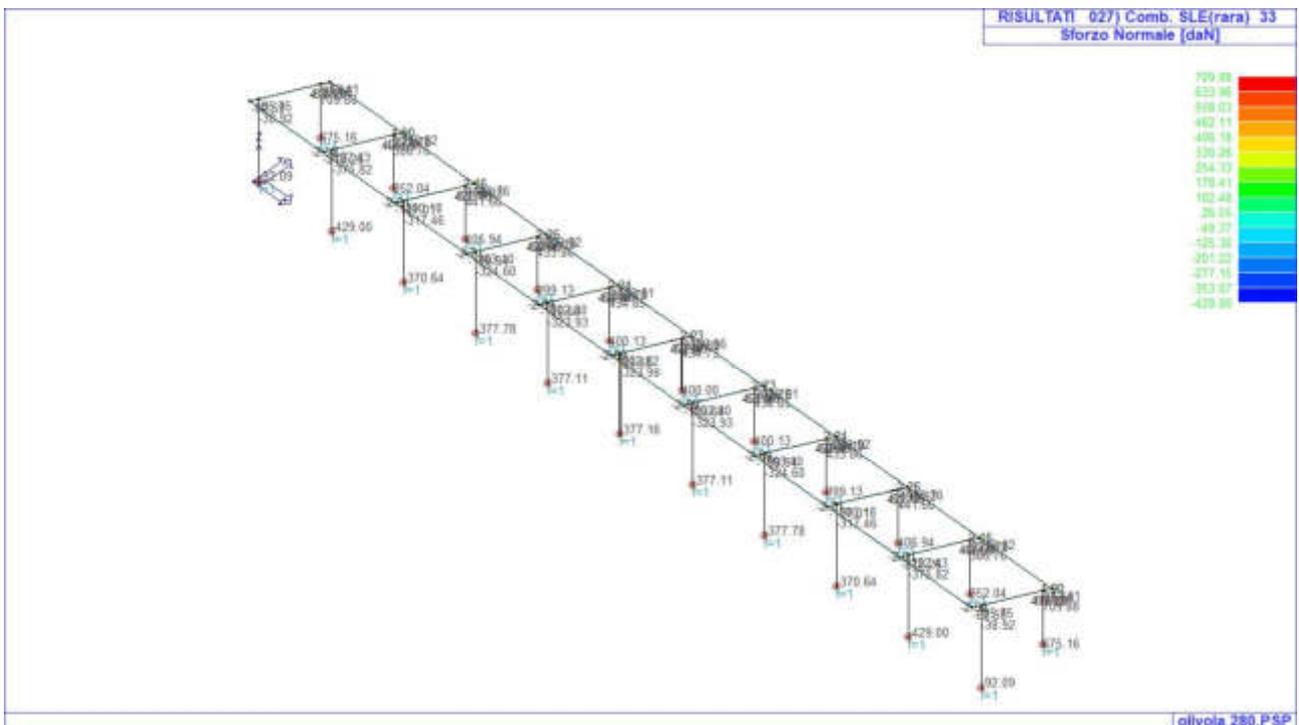
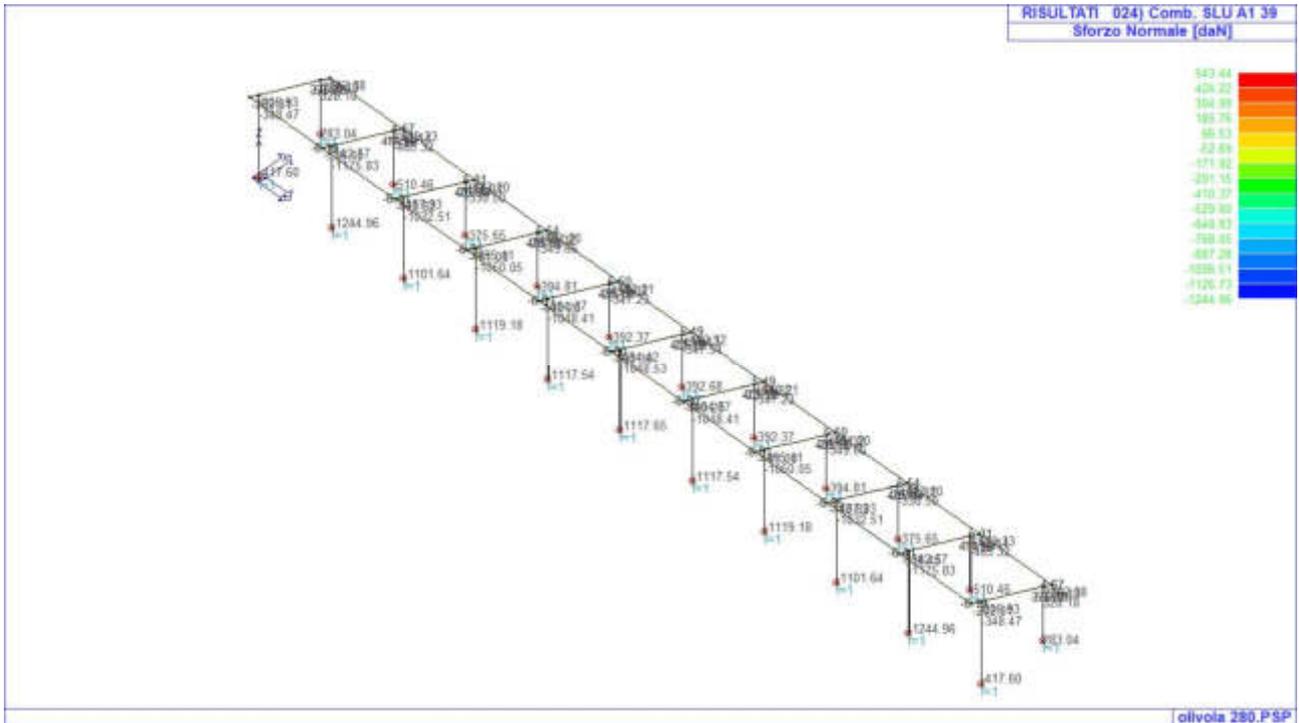


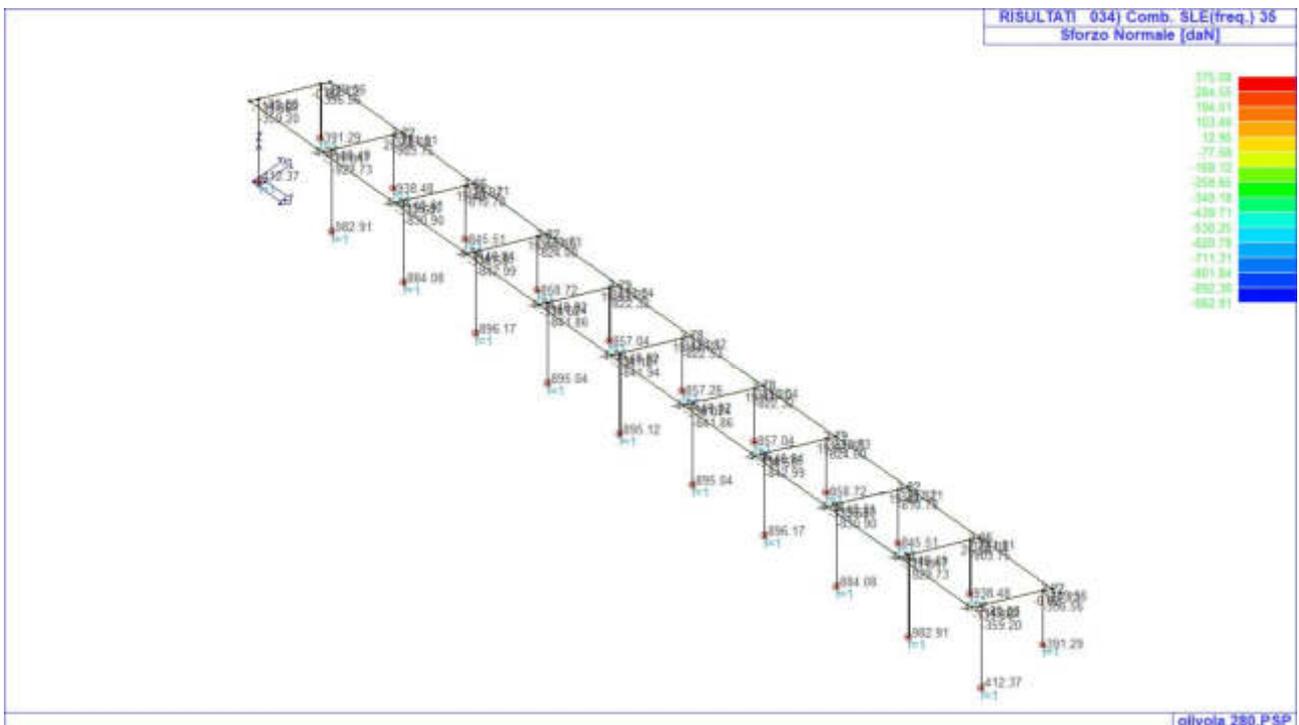
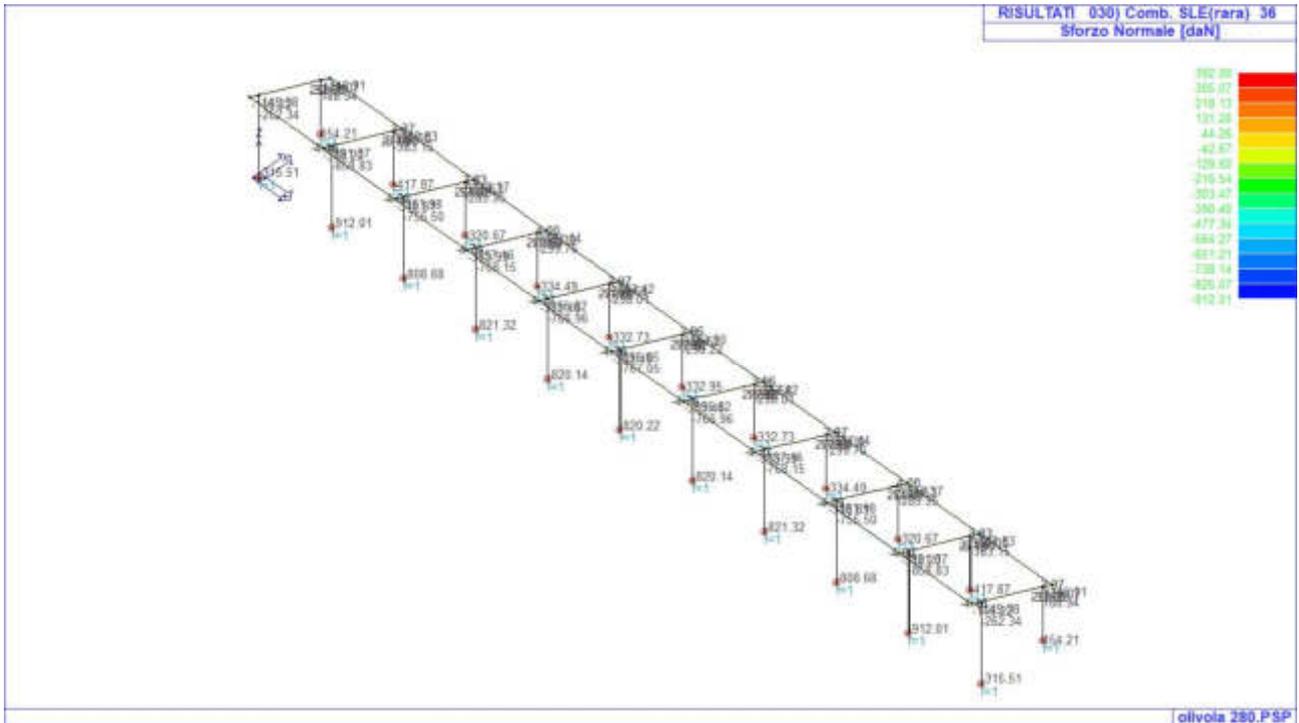


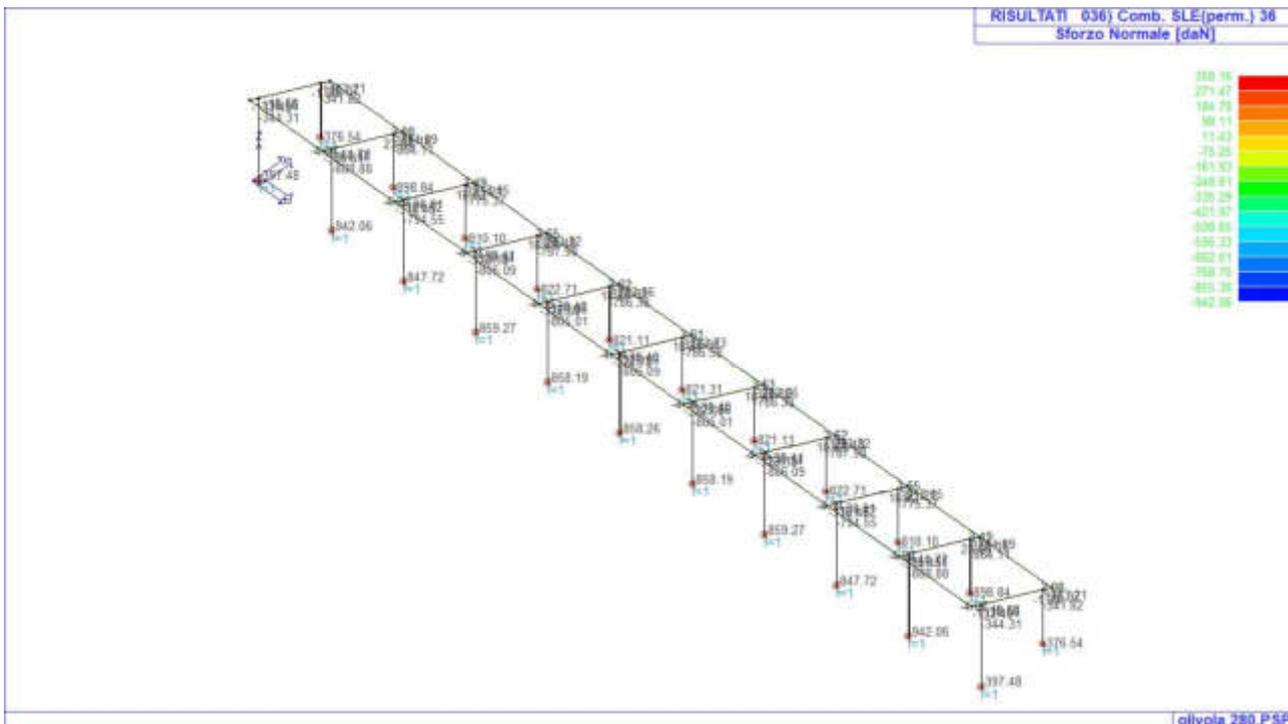












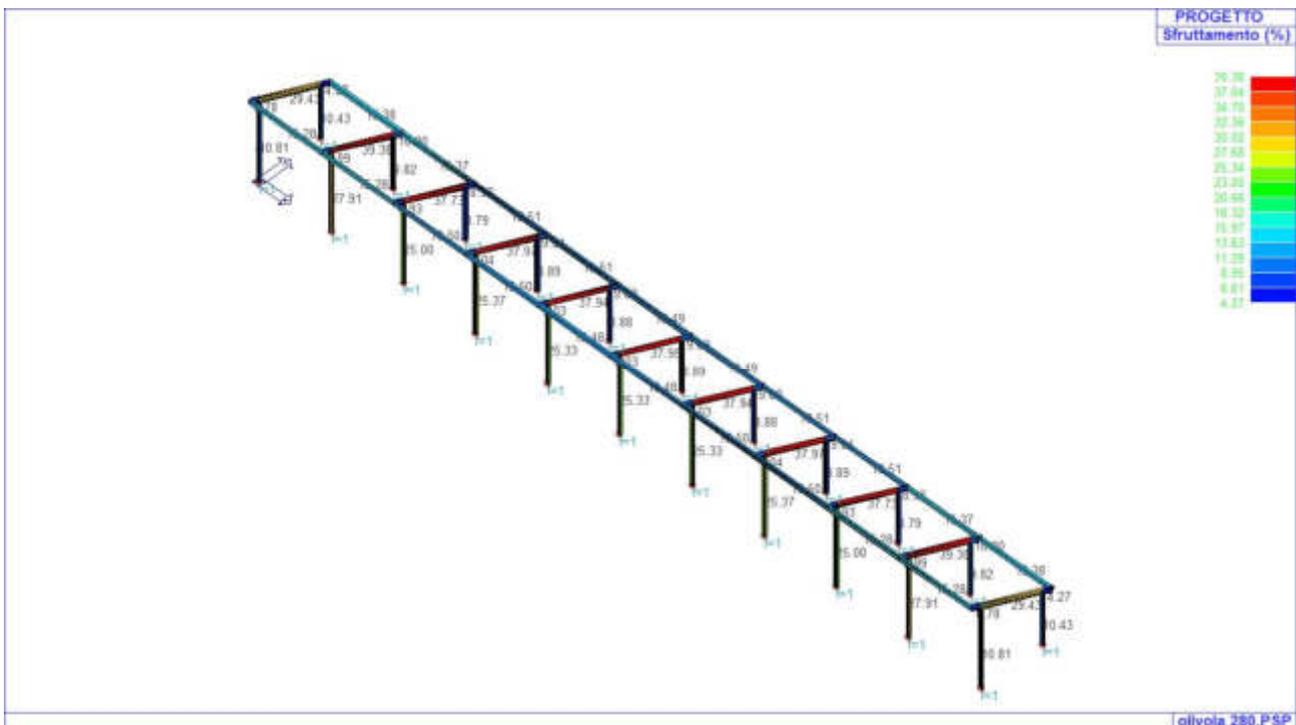
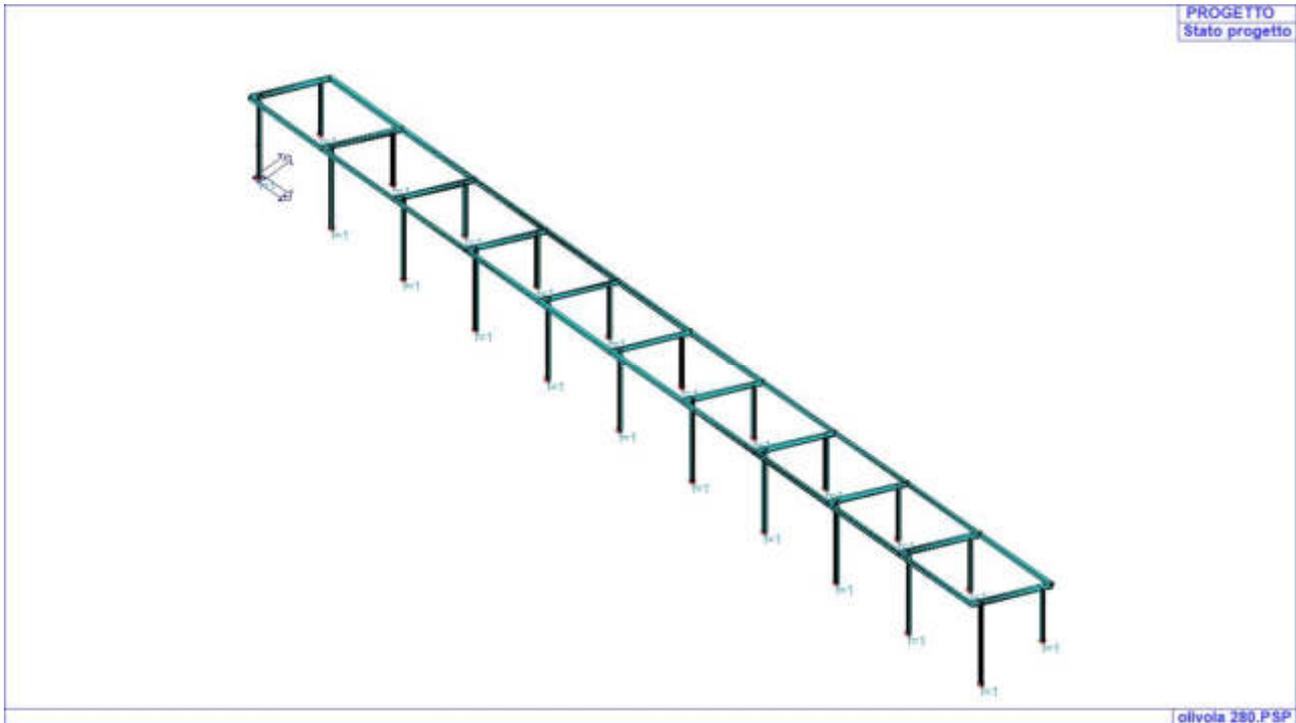
SINTESI DELLE VERIFICHE DI SICUREZZA

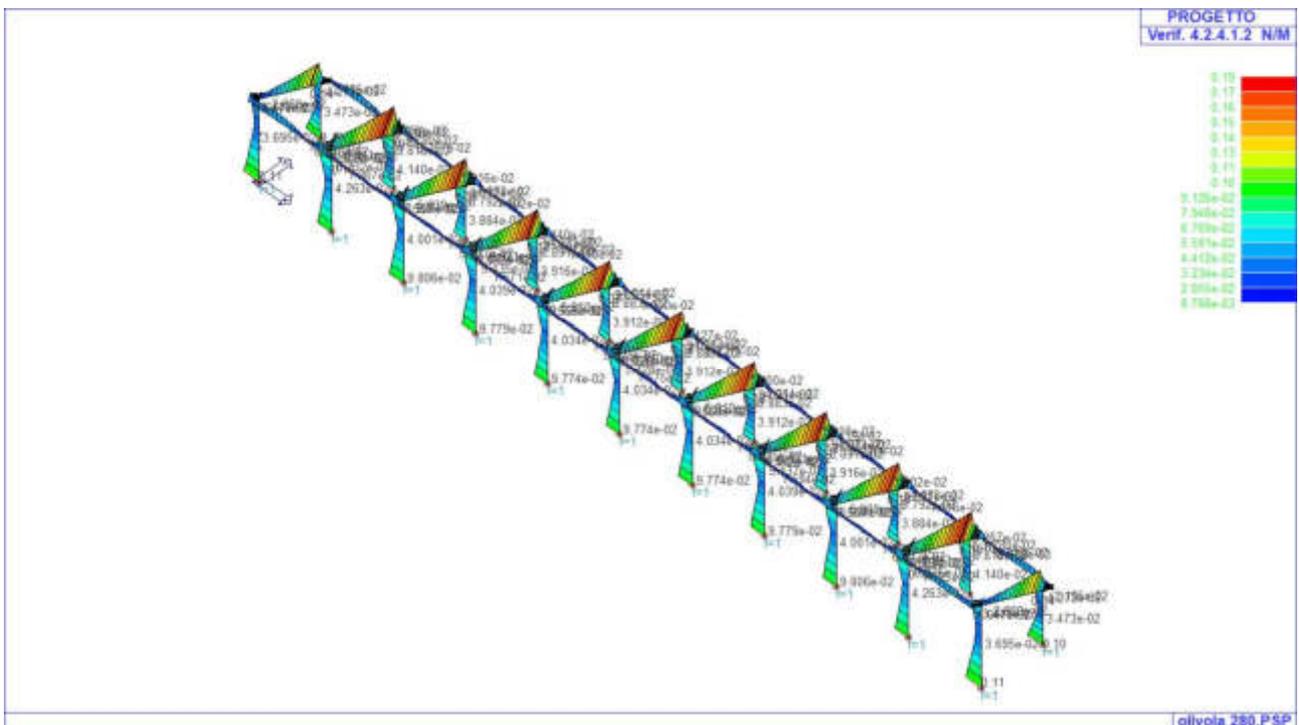
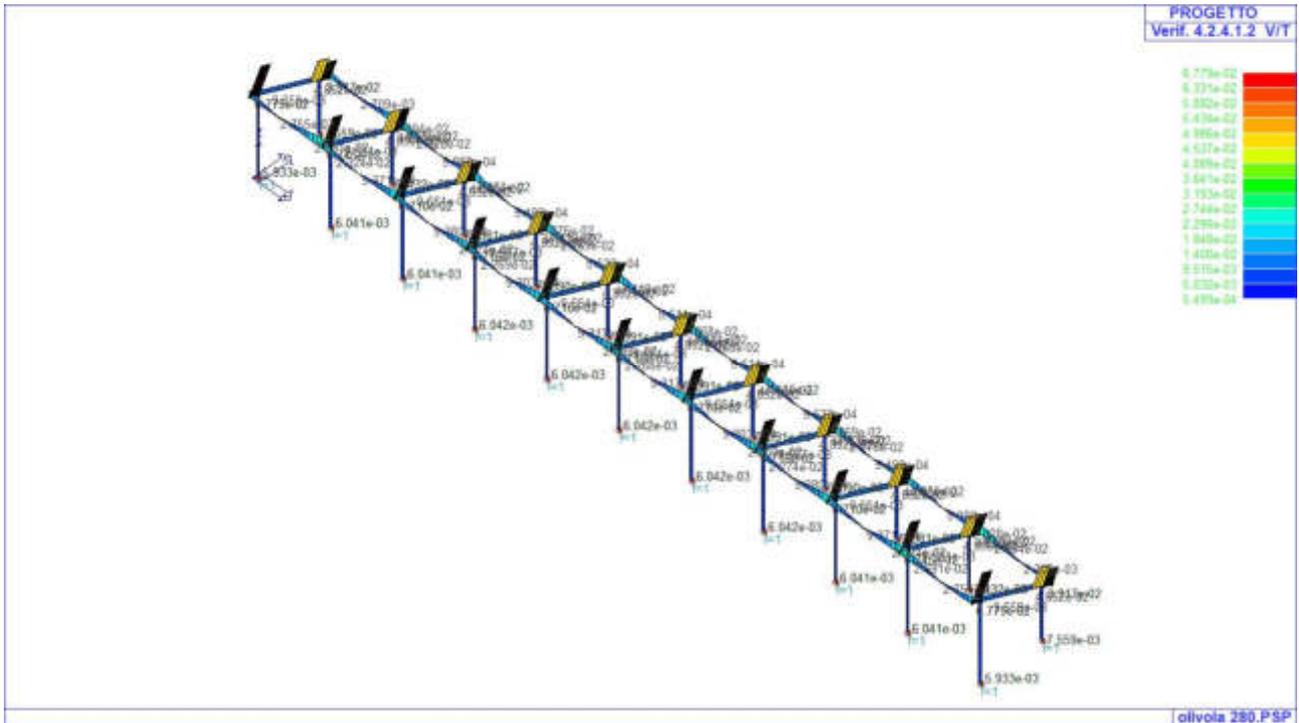
Si riportano a seguire i risultati della progettazione e delle verifiche effettuate.

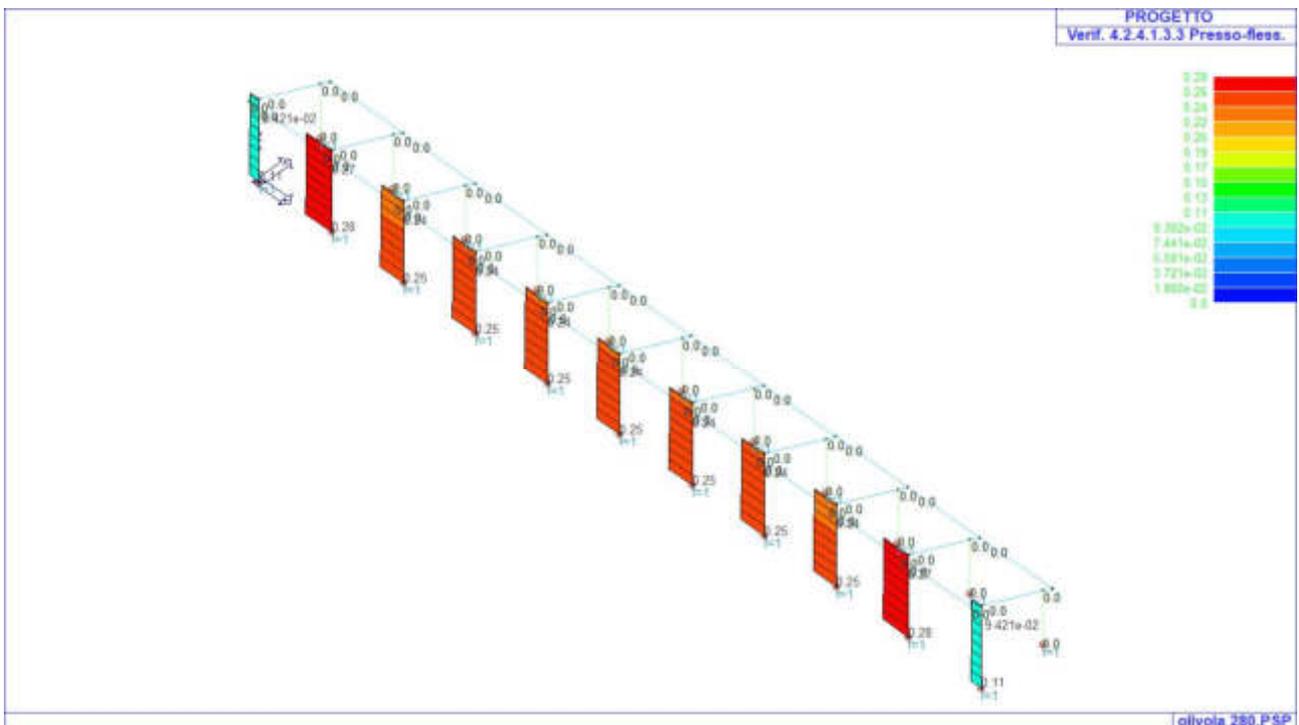
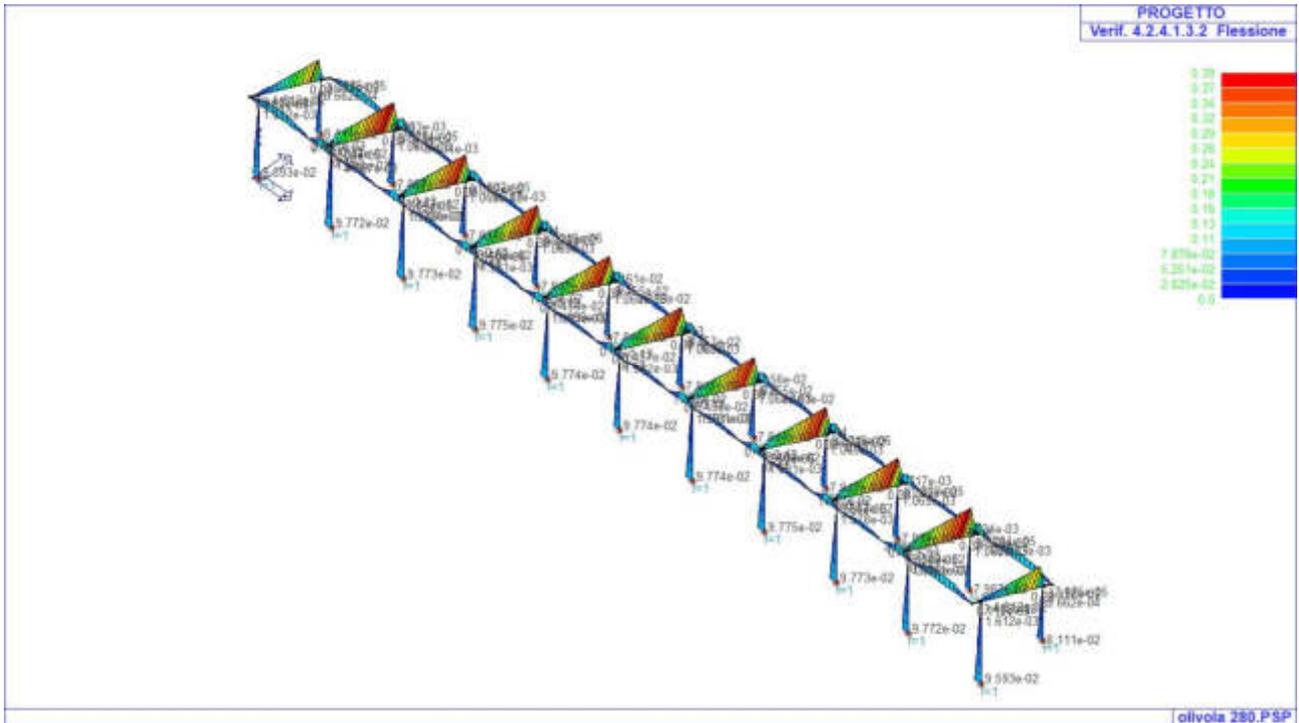
Gli stati di progetto *ciano* o *verde* indicano che le verifiche svolte sono interamente soddisfatte, gli stati di progetto *rossi*, al contrario, indicano che le verifiche non sono soddisfatte.

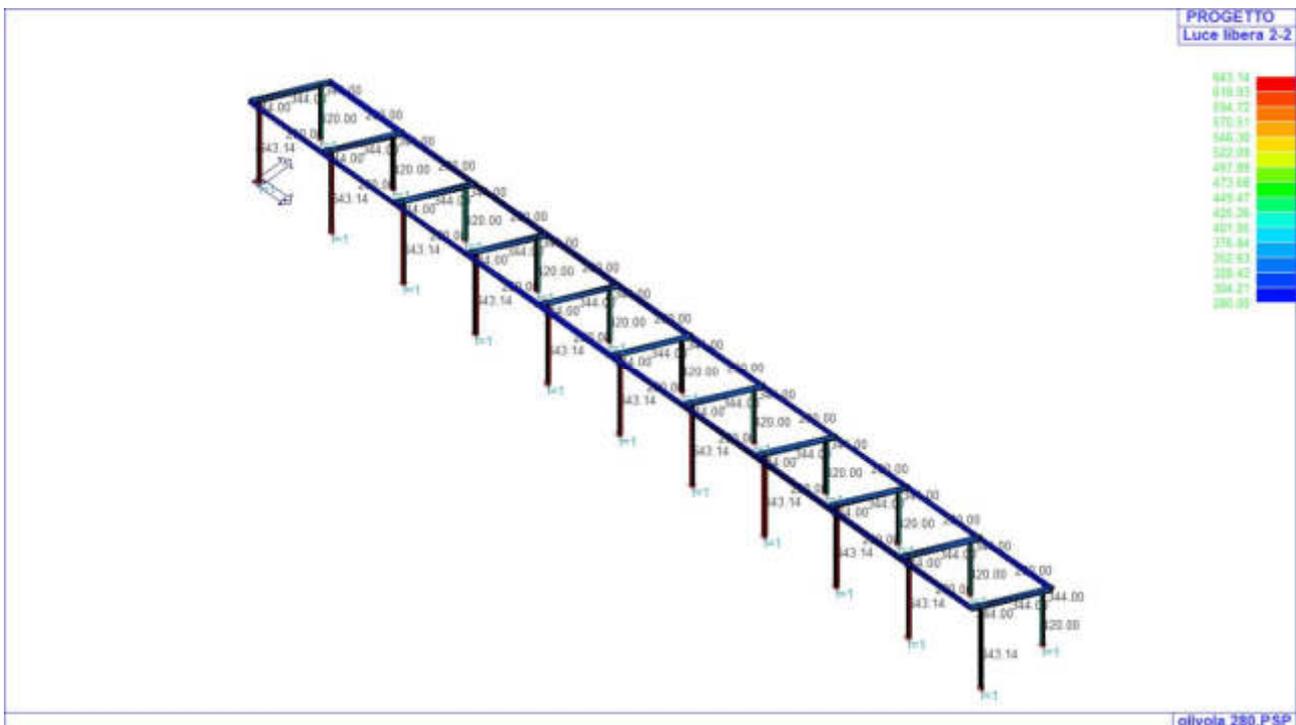
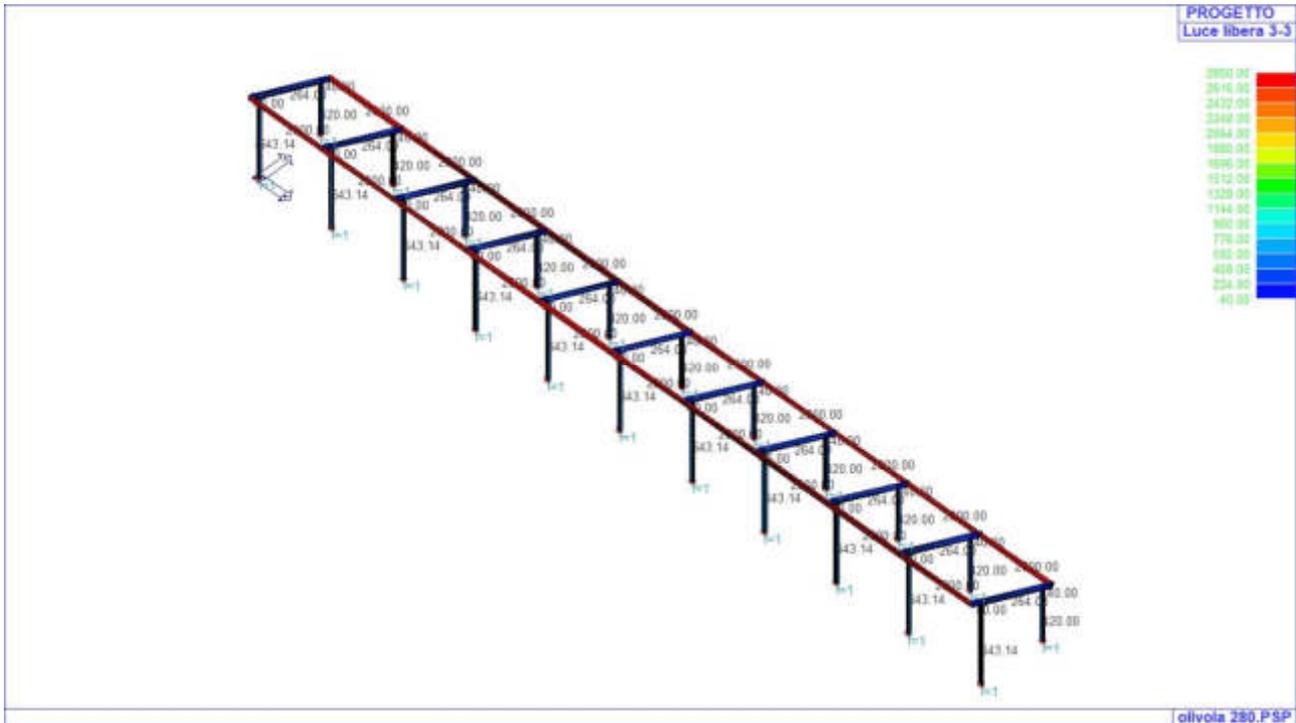
Laddove possibile le verifiche sono state normalizzate. Significa che se i valori indicati in mappa sono inferiori all'unità, la verifica può ritenersi soddisfatta.

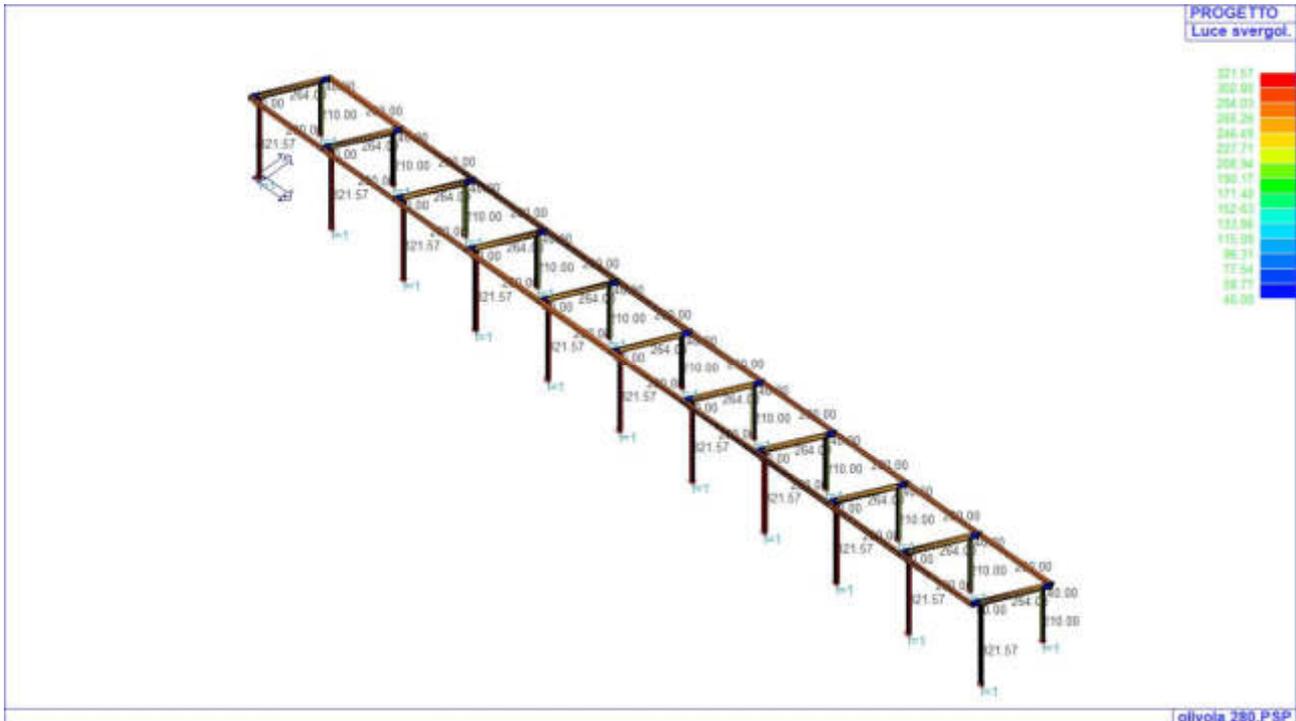
Per tutte le altre verifiche i valori riportati vanno confrontati con i valori limite indicati da Normativa.











Elementi in acciaio		
Elementi in acciaio	Valore minimo	Valore massimo
Sfruttamento (%)	4.27	39.38
Verif. 4.2.4.1.2 V/T	5.50e-04	0.07
Verif. 4.2.4.1.2 N/M	8.77e-03	0.19
Verif. 4.2.4.1.3.2 Flessione	0.0	0.39
Verif. 4.2.4.1.3.3 Presso-fless.	0.0	0.28
Luce libera 3-3	40.00	2800.00
Luce libera 2-2	280.00	643.14
Luce svergol.	40.00	321.57

GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI

Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione. Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni abnormi. Si può pertanto asserire che l'elaborazione sia corretta e completa. I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli che ne comprovano l'attendibilità. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali e adottati, anche in fase di primo proporzionamento della struttura. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni. Si allega al termine della presente relazione elenco sintetico dei controlli svolti (verifiche di equilibrio tra reazioni vincolari e carichi applicati, comparazioni tra i risultati delle analisi e quelli di valutazioni semplificate, etc.).

