

Riferimento pratica:

DSU TOSCANA

Residenza Universitaria "Cipressino", Via Fanfani, 2 - Firenze

Progetto esecutivo dei lavori di adeguamento alla normativa di prevenzione incendi della Residenza Universitaria "Cipressino"

COMMITTENTE



DSU Toscana
Sede legale Viale Gramsci, 36
50132 – Firenze
P. I. 05913670484
C. F. 94164020482
dsutoscana@postacert.toscana.it

PROGETTISTA



arch. Marcello Milone
Iscritto all'Ordine degli Architetti della provincia di Bologna al n. 3212
via Baiesi 17/D 40011 Anzola dell'Emilia (BO)
Collaboratori:
P.I. Daniele Borghi – impianti elettrici e speciali
Ing. Virginia Cascioli – progetto strutturale
Ing. Samuele Guermandi – prevenzione incendi, coordinamento
Ing. Martina Meoni – coordinamento sicurezza
Ing. Daniele Scandellari – progetto architettonico

N° ELABORATO
ES 14

OGGETTO
RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

REV	DATA	DESCRIZIONE	APPROVATO
0	20/12/2018	Prima emissione	M.M.

ES 14 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	Rev.: 0
	Data: 20/12/2018
	Pagina: 2 di 43

Indice

Premessa.....	3
Relazione di calcolo strutturale.....	4
Descrizione del contesto edilizio e delle caratteristiche geologiche, morfologiche e idrogeologiche del sito.....	4
Descrizione generale della struttura.....	4
Normativa tecnica e riferimenti tecnici utilizzati.....	6
Definizione dei parametri di progetto per la definizione sismica e delle azioni sulla costruzione..	6
Azione sismica.....	6
Descrizione dei materiali e prodotti per uso strutturale.....	10
Illustrazione dei criteri di progettazione e di modellazione.....	10
Indicazione delle principali combinazioni delle azioni.....	14
Combinazioni agli Stati Limite Ultimi.....	14
Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita.....	14
Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio.....	14
Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio.....	14
Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio.....	14
Combinazioni agli Stati Limite di Danno.....	15
Indicazione del metodo di analisi.....	15
Dettaglio risultati analisi sismica.....	15
Fattori di partecipazione per la definizione delle masse sismiche:.....	15
Risultati dell'analisi dinamica.....	16
Criteri di verifica.....	28
Rappresentazione delle configurazioni deformate e delle caratteristiche di sollecitazione più significative.....	30
Pilastri.....	30
Travi elevazione.....	34
Configurazioni deformate globali principali.....	35
Verifiche elementi strutturali.....	37
Pilastro HEA 140.....	37
Trave HEA 140.....	37
Rett. 14x1.....	38
Verifica di deformabilità.....	39
Trave HEA 140.....	39
Rett. 14x1 cm.....	40
Caratteristiche e affidabilità dei codici di calcolo.....	41
Strutture geotecniche o di fondazione.....	41
Relazione di calcolo sui materiali.....	42
Piano di manutenzione.....	43

ES 14 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	Rev.: 0
	Data: 20/12/2018
	Pagina: 3 di 43

Premessa

Oggetto della presente è il progetto della rampa di accesso alla Residenza Universitaria “Cipressino” di Firenze da eseguirsi con struttura metallica.

Il presente elaborato costituisce la relazione di calcolo strutturale, comprensiva di una descrizione generale dell’opera e dei criteri generali di analisi e verifica, in accordo con le prescrizioni contenute nel Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 “Norme Tecniche per le Costruzioni” considerato l’incarico affidato al sottoscritto Arch. Marcello Milone con provvedimento antecedente all’entrata in vigore delle NTC 2018.

La rampa rientra tra gli interventi non rilevanti ai fini sismici ai sensi del Regolamento regionale n. 36/R/2009, pertanto non risulta necessario procedere con un deposito sismico. Si riporta comunque il presente documento in cui si descrivono le modalità operative di applicazione della normativa vigente. Le fasi di progetto, analisi, calcolo e verifica sono state svolte a “regola d’arte” dal progettista, secondo i dettami della scienza e tecnica delle costruzioni con l’ausilio di software di calcolo. Per verificare gli elementi strutturali e le sezioni sollecitate dalle azioni di modello ed al fine di garantire la sicurezza della costruzione è stato utilizzato il metodo agli stati limite, rispettando le prescrizioni previste dalle normative di riferimento elencate nel documento.

La realizzazione della rampa non comporta un incremento di carico sul solaio esistente sul quale è ancorata, il quale sia allo stato di fatto che allo stato di progetto risulta pedonabile.

ES 14 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	Rev.: 0
	Data: 20/12/2018
	Pagina: 4 di 43

Relazione di calcolo strutturale

Descrizione del contesto edilizio e delle caratteristiche geologiche, morfologiche e idrogeologiche del sito

La zona oggetto d'intervento è situata in una zona di prima periferia del Comune di Firenze.

La quota del fabbricato si aggira intorno a 50 m s.l.m.; il contesto morfologico è di tipo pianeggiante.

Non si evidenziano criticità o problematiche particolari, legate al contesto edilizio o alle caratteristiche morfologiche del sito.

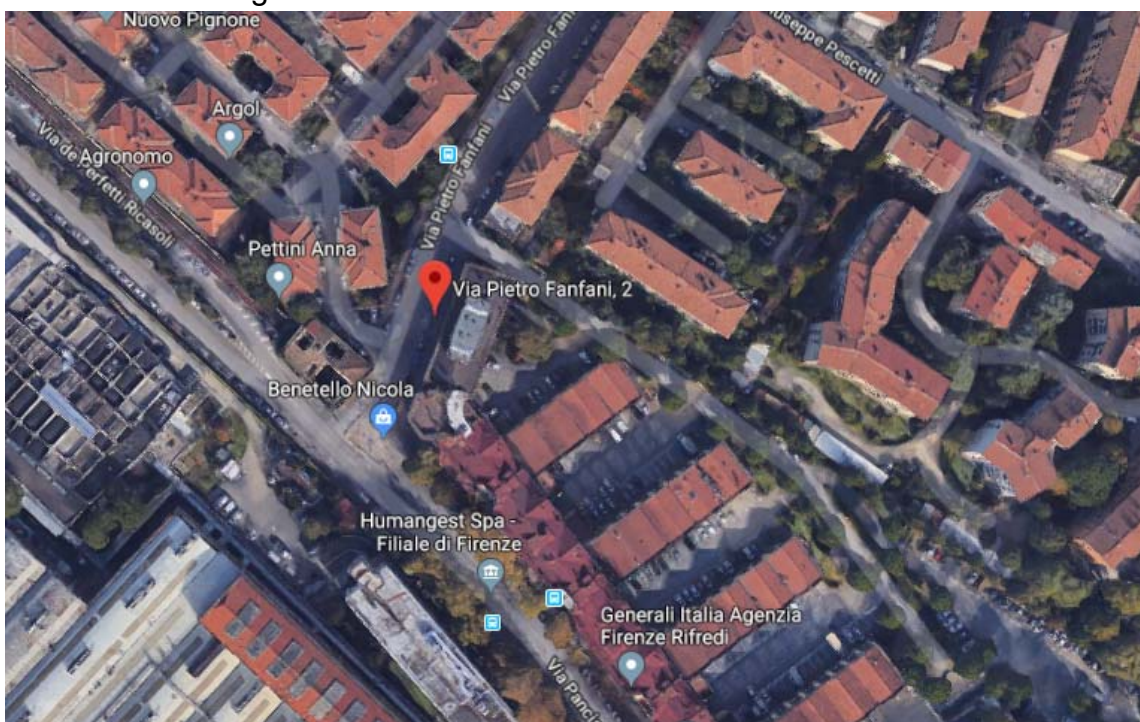


Immagine tratta da "Google Maps"

Descrizione generale della struttura

L'intervento prevede la realizzazione di una rampa in struttura metallica per accesso alla residenza universitaria di altezza massima pari a 0.7 m con parapetto di altezza pari ad 1m.

La rampa ha pianta rettangolare di lati circa 15 m x 2.2 m

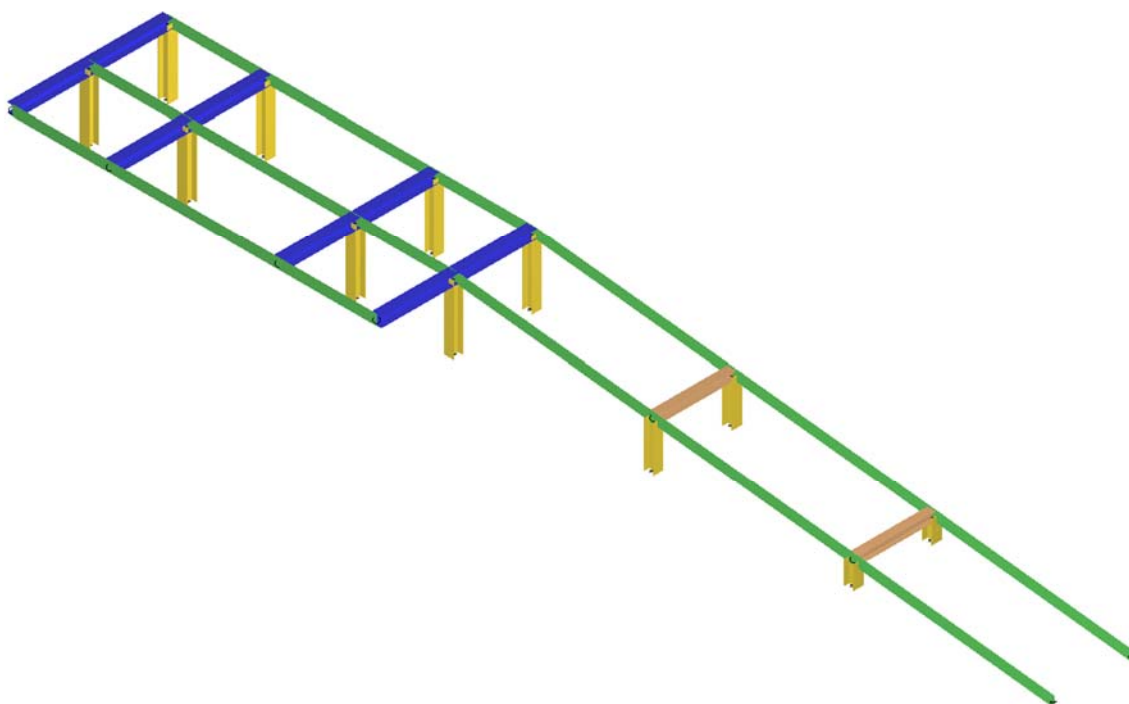
La struttura è realizzata con profili metallici di sezione HEA 140 per i pilastri, piatti aventi sezione 14x1 cm per i cosciali ed HEA 120 e HEA 140 per le travi trasversali di collegamento dei cosciali.

La rampa sarà installata in prossimità di uno scannafosso pertanto una porzione della rampa di superficie pari a 5 mq circa sarà a sbalzo.

I pilastri vengono fissati tramite piastra e tasselli al solaio esistente del piano interrato.

I collegamenti tra travi e pilastri sono realizzati con saldature a cardoni d'angolo.

Viste esemplificative della modellazione strutturale



Vista assonometrica solida

ES 14 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	Rev.: 0
	Data: 20/12/2018
	Pagina: 6 di 43

Normativa tecnica e riferimenti tecnici utilizzati

Norme di riferimento cogenti

- DPR n. 380 del 6 Giugno 2001: "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia"
- Legge n. 1086 del 5 Novembre 1971: "Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica"
- Legge n. 64 del 2 Febbraio 1974: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"
- Ordinanza n. 3274 del 20 Marzo 2003 e ss. mm. ii.: "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"
- D.M. del 14 Gennaio 2008: "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni"

Altre norme e documenti tecnici integrativi

- Circolare n. 617 del 2 Febbraio 2009: "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni"
- UNI EN 1997-1: "Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali"
- UNI EN 1998-1: "Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici"
- Circolare n. 617 del 2 Febbraio 2009: "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni"

Definizione dei parametri di progetto per la definizione sismica e delle azioni sulla costruzione

Azioni di progetto

Azione sismica

Parametri per la definizione della pericolosità sismica di base del sito:

Indirizzo cantiere: Via Fanfani n.2 – Firenze – FI;

Coordinate geografiche del sito: Latitudine 43.81375° - Longitudine 11.22568° ;

Si considera l'azione sismica definita attraverso gli spettri di risposta allo stato limite di salvaguardia della vita e allo stato limite di danno con riferimento ai seguenti parametri:

l'opera è di categoria 2 (opera ordinaria) cui corrisponde una vita nominale $VN \geq 50$ anni, con riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso in presenza di azioni sismiche la costruzione è di classe d'uso II cui corrisponde un coefficiente d'uso $CU = 1$, pertanto il periodo di riferimento per la valutazione dell'azione sismica è pari a:

$$VR = VN \times CU = 50 \times 1 = 50 \text{ anni}$$

Si riportano i parametri che definiscono la pericolosità sismica di base definita facendo riferimento convenzionalmente ad un sito rigido (di categoria A) con superficie orizzontale (categoria T1) considerando prefissate probabilità di superamento nel periodo di riferimento allo stato limite di salvaguardia della vita e stato limite di danno:

ES 14 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	Rev.: 0
	Data: 20/12/2018
	Pagina: 7 di 43

SLV ($P_{VR} = 10\%$)	SLD ($P_{VR} = 63\%$)
$a_g/g = 0.1337$	$a_g/g = 0.0575$
$F_0 = 2.42$	$F_0 = 2.58$
$T_c^* = 0.3$	$T_c^* = 0.27$

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto occorre valutare la risposta sismica locale sulla base della categoria del sottosuolo e delle condizioni topografiche.

Si ipotizza un terreno di categoria C

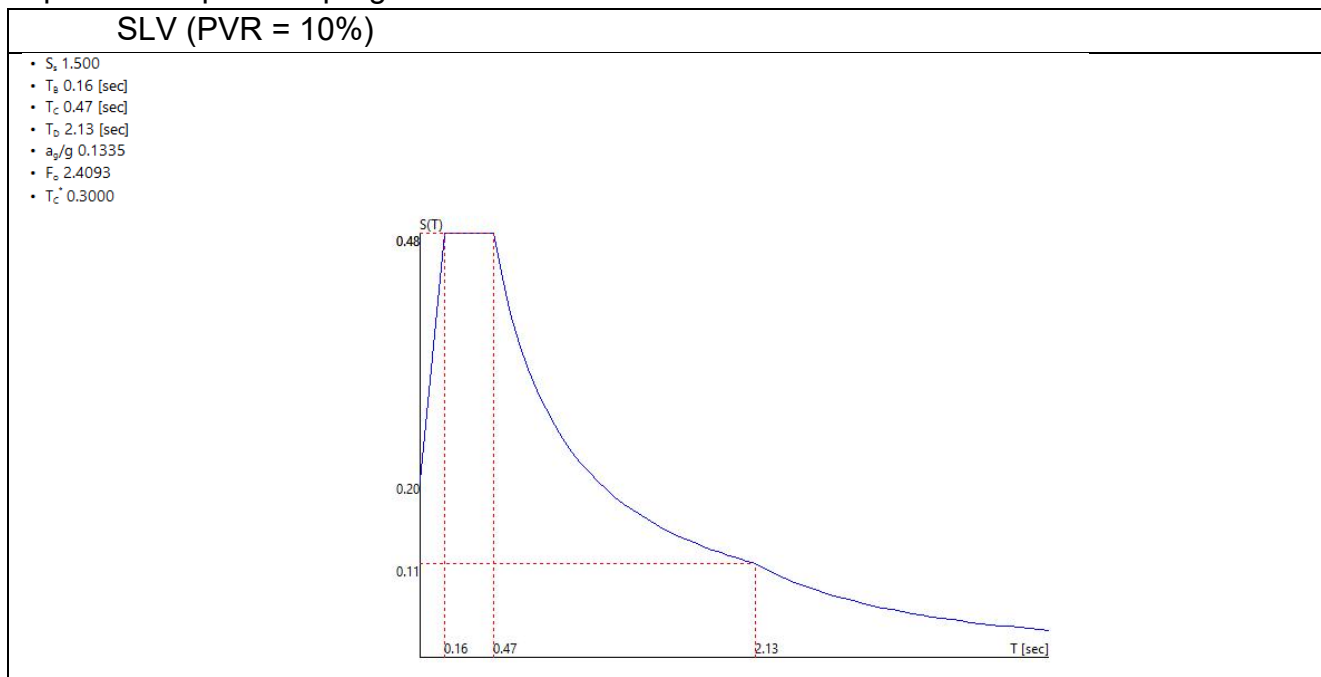
Categoria topografica: T1

Coefficiente di amplificazione topografica: $S_T = 1$

Classe di duttilità bassa – CDB

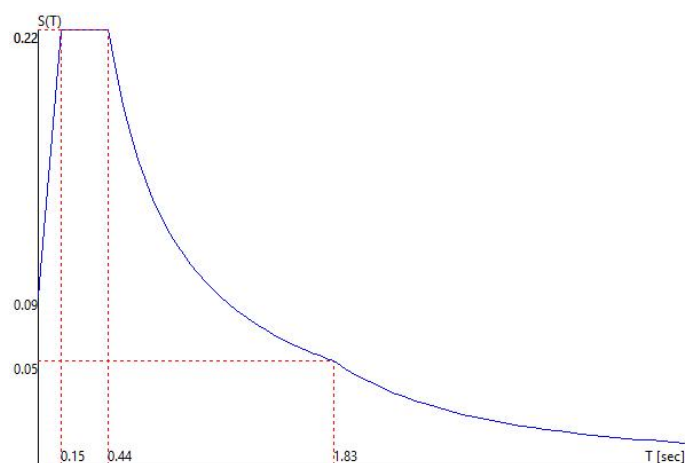
Fattore massimo di struttura $q = 1.0$

Spettro di risposta di progetto:



SLD (PVR = 63%)

- Probabilità di superamento (P_{vs}) 63,0 e periodo di ritorno (T_R) 50 (anni)
- S_1 1.500
- T_B 0.15 [sec]
- T_C 0.44 [sec]
- T_D 1.83 [sec]
- a_g/g 0.0573
- F_a 2.5883
- T_C^* 0.2684

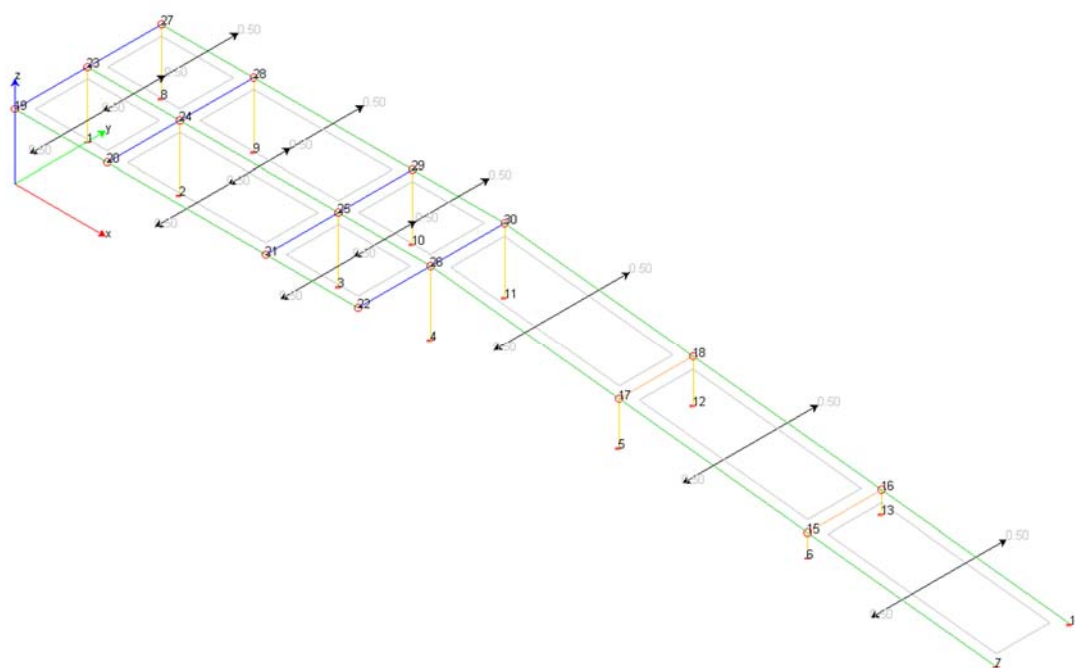
**Analisi dei carichi permanenti**

La struttura è realizzata con lamiera metallica.

pp		50 kg/m ²
1) Totale carichi permanenti:		50 kg/m²
2) Carichi variabili (Cat. C 2)		400 kg/m²
3) Totale carichi:		450 kg/m²

Condizioni di carico definite in fase di modellazione strutturale

Condizione	
1	PProprio
2	PPortati
3	Variabili Cat. C2
4	Sisma 0SLV
5	Sisma 90SLV
6	Sisma 180SLV
7	Sisma 270SLV
8	Sisma 0SLD
9	Sisma 90SLD
10	Sisma 180SLD
11	Sisma 270SLD



Coeff. Trasmissione Aree di carico

ES 14 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	Rev.: 0
	Data: 20/12/2018
	Pagina: 10 di 43

Descrizione dei materiali e prodotti per uso strutturale

Elenco materiali di progetto impiegati:

Acciaio carpenteria: S275

- Tensione caratteristica di snervamento: 2750 kg/cm²
- Tensione caratteristica di rottura: ≥ 3600 kg/cm²
- Modulo elasticità: 2.100.000 kg/cm²

Tasselli

Resina tipo Hilti HIT – HY 200

Valori di calcolo:

Acciaio da carpenteria: S275

- $f_{yk} = 2750$ kg/cm²
- $\gamma_s = 1.05$
- $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 2750 / 1.05 = 2619$ kg/cm²

Illustrazione dei criteri di progettazione e di modellazione

L'analisi strutturale è stata eseguita mediante software con una modellazione tridimensionale agli elementi finiti.

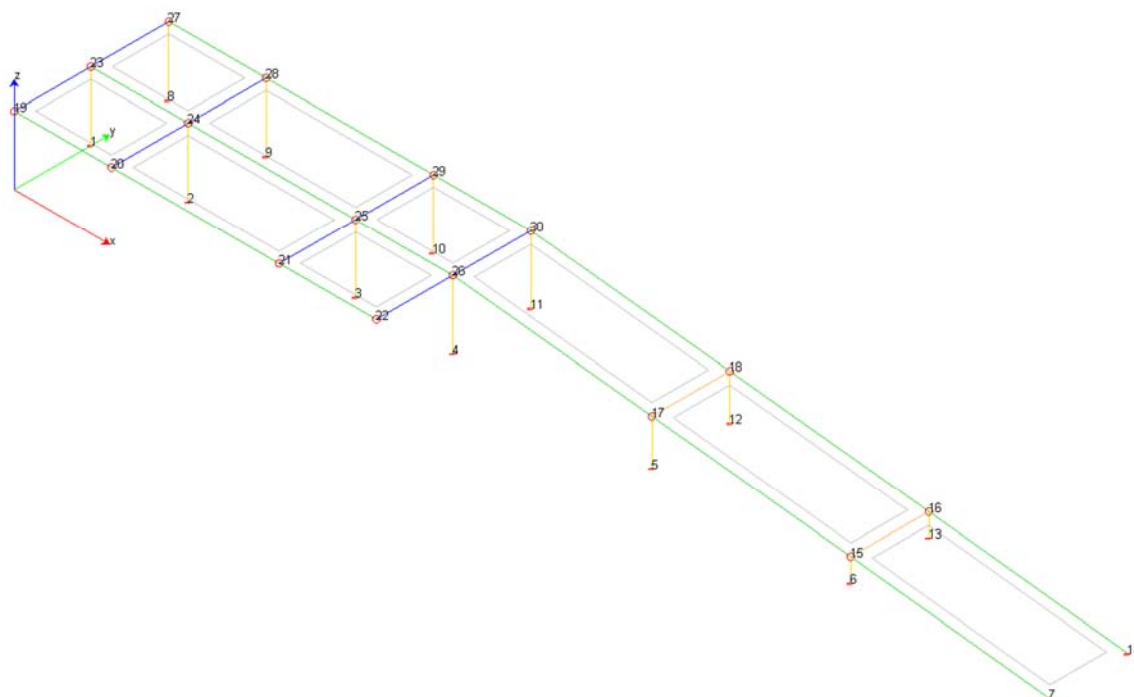
L'analisi dinamica è di tipo modale con azione sismica definita attraverso gli spettri di risposta in accelerazione.

La struttura sismo-resistente è realizzata con telai metallici con comportamento non dissipativo adottando un fattore di struttura unitario.

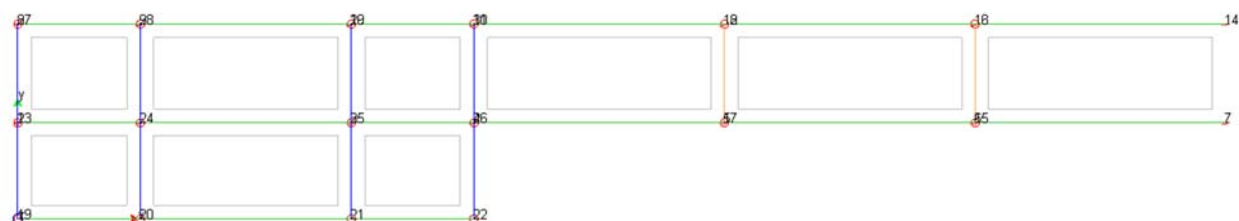
Lista materiali introdotti:

Materiale Numero	Tipo	E [kg/cm ²]	v	α 1/[1/°C]	Peso Specifico [kg/m ³]
2	Acciaio	2.1e+06	0.33	0.000012	7850.0

Viste significative del modello strutturale:



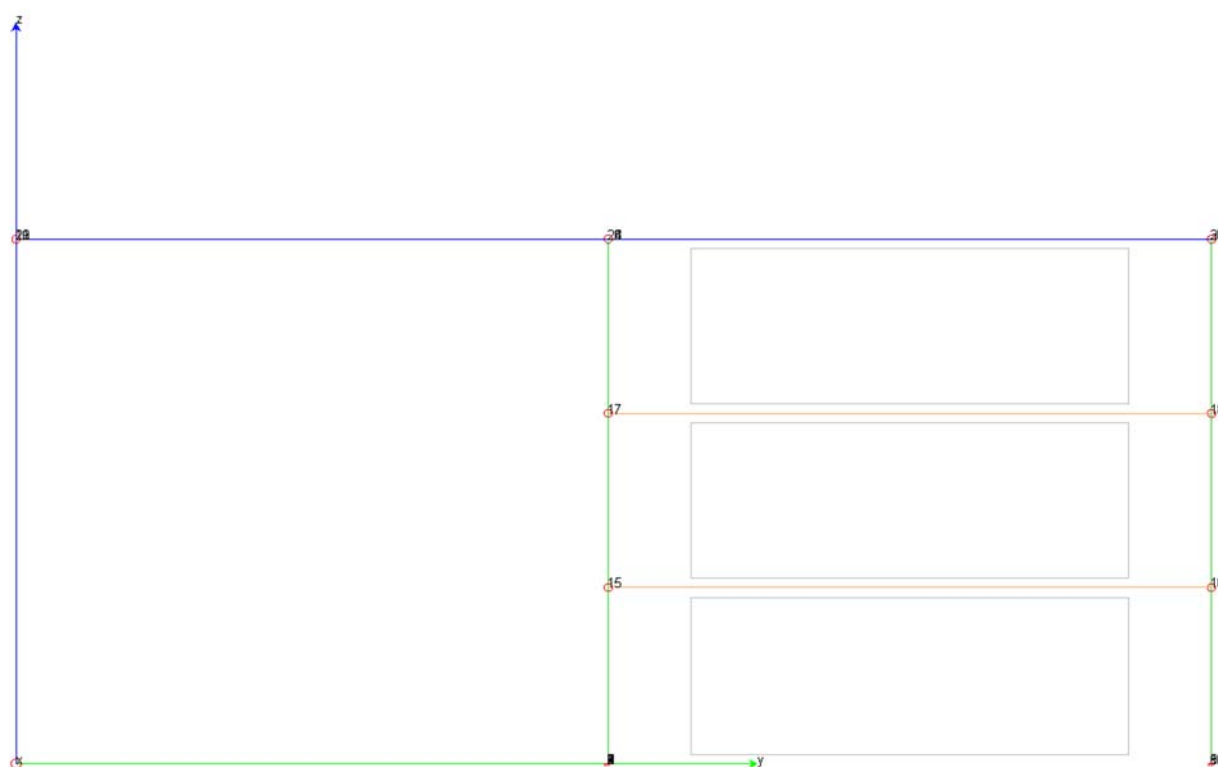
Vista assonometrica unifilare con nodi



Vista pianta



Vista piano x-z



Vista piano y-z

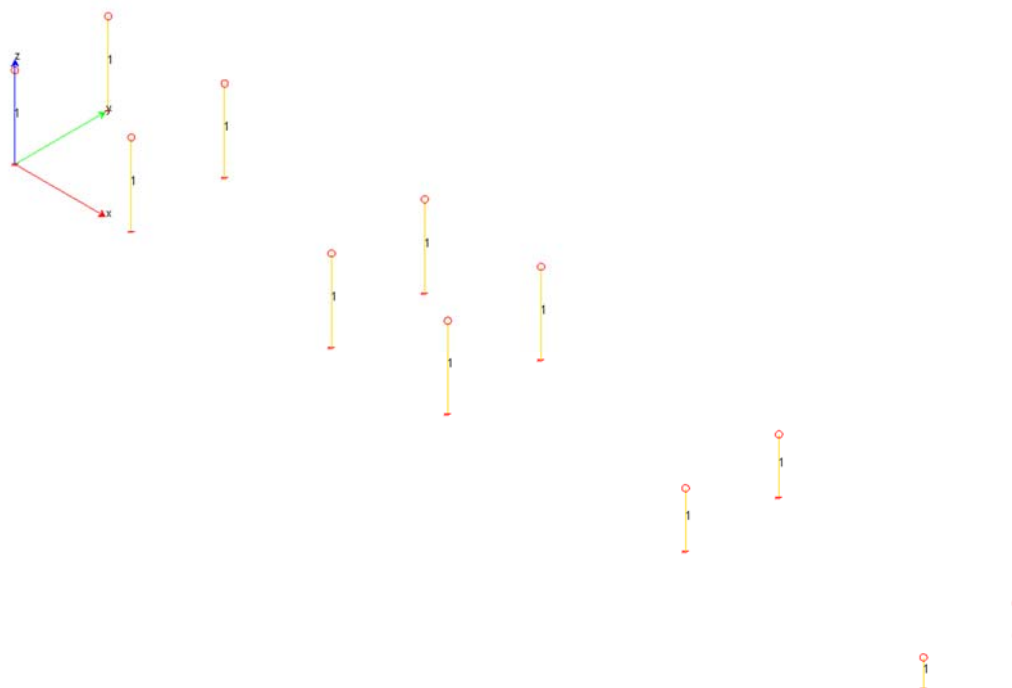
Pilastro Lista sezioni introdotte:

Sezione	Materiale	Dimensioni [cm]					
1	2				HEA 140(D.B.)		
Sezione	Area [cm ²]	Jx [cm ⁴]	Jy [cm ⁴]	Jxy [cm ⁴]	Jt [cm ⁴]	Xx	Xy
1	31.47	1035	389	-0	8	4.1	1.4

Trave Lista sezioni introdotte:

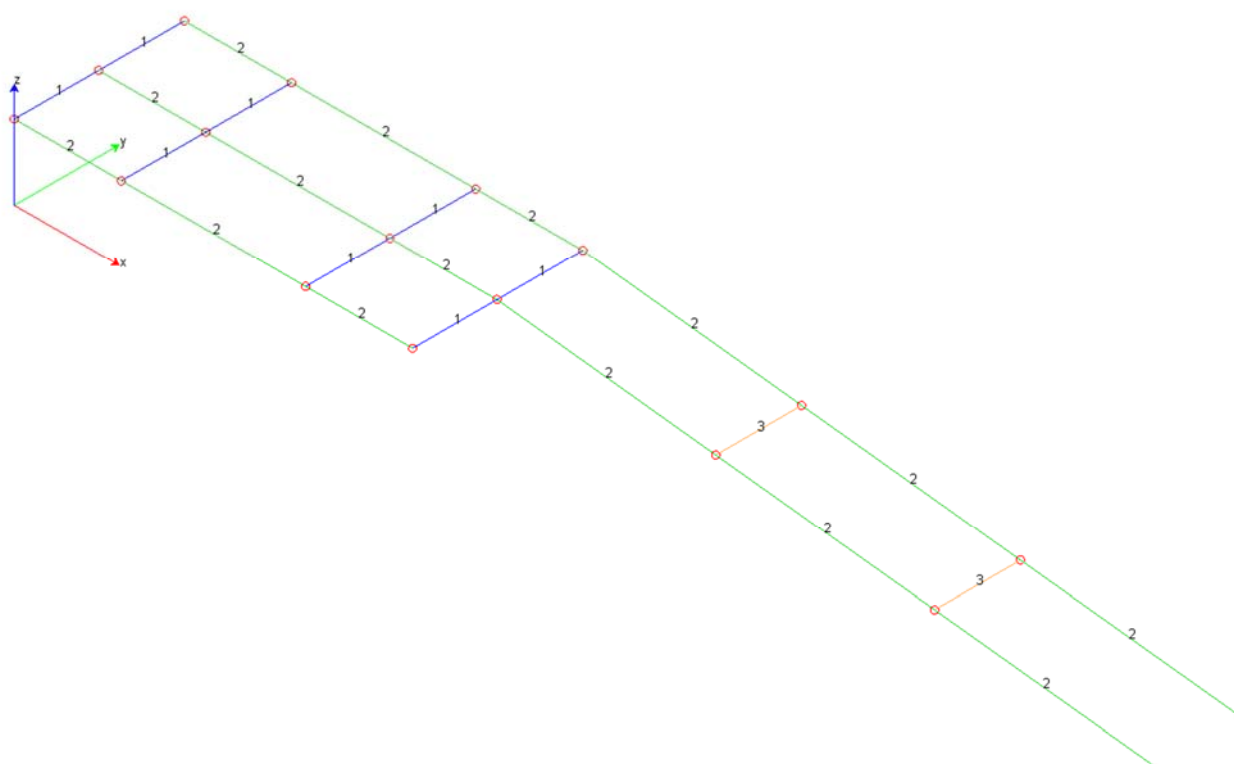
Sezione	Materiale	Dimensioni [cm]					
1	2				HEA 140(D.B.)		
2	2	B= 1 H= 14			Rett.		
3	2				HEA 120(D.B.)		
Sezione	Area [cm ²]	Jx [cm ⁴]	Jy [cm ⁴]	Jxy [cm ⁴]	Jt [cm ⁴]	Xx	Xy
1	31.47	1035	389	-0	8	4.1	1.4
2	14.00	229	1	-0	5	1.2	1.2
3	25.39	607	231	-0	6	4.1	1.3

Pilastri



Numerazione Sezioni Montanti

Travi



Numerazione Sezioni Travi

ES 14 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	Rev.: 0
	Data: 20/12/2018
	Pagina: 14 di 43

Indicazione delle principali combinazioni delle azioni

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

Combinazione di carico numero			
1			
SLU			
Comb.\Cond	1	2	3
1	1.3	1.3	1.5

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

Combinazione di carico numero							
2							
Sisma 0 / 90							
3							
Sisma 0 / 270							
4							
Sisma 90 / 0							
5							
Sisma 90 / 180							
6							
Sisma 180 / 90							
7							
Sisma 180 / 270							
8							
Sisma 270 / 0							
9							
Sisma 270 / 180							
Comb.\Cond	1	2	3	4	5	6	7
2	1	1	0.6	1	0.3		
3	1	1	0.6	1			0.3
4	1	1	0.6	0.3	1		
5	1	1	0.6		1	0.3	
6	1	1	0.6		0.3	1	
7	1	1	0.6			1	0.3
8	1	1	0.6	0.3			1
9	1	1	0.6			0.3	1

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero			
10			
SLE RARE			
Comb.\Cond	1	2	3
10	1	1	1

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero			
11			
Comb.\Cond	1	2	3
11	1	1	0.7

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

Combinazione di carico numero			
-------------------------------	--	--	--

ES 14 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	Rev.: 0
	Data: 20/12/2018
	Pagina: 15 di 43

12	SLE QP		
Comb.\Cond	1	2	3
12	1	1	0.6

Combinazioni agli Stati Limite di Danno

Combinazione di carico numero							
13	Sisma 0 / 90						
14	Sisma 0 / 270						
15	Sisma 90 / 0						
16	Sisma 90 / 180						
17	Sisma 180 / 90						
18	Sisma 180 / 270						
19	Sisma 270 / 0						
20	Sisma 270 / 180						
Comb.\Cond	1	2	3	8	9	10	11
13	1	1	0.6	1	0.3		
14	1	1	0.6	1			0.3
15	1	1	0.6	0.3	1		
16	1	1	0.6		1	0.3	
17	1	1	0.6		0.3	1	
18	1	1	0.6			1	0.3
19	1	1	0.6	0.3			1
20	1	1	0.6			0.3	1

Indicazione del metodo di analisi

E' stata eseguita un'analisi lineare di tipo dinamica modale con azione sismica modellata attraverso gli spettri di risposta in accelerazione.

Dettaglio risultati analisi sismica

Fattori di partecipazione per la definizione delle masse sismiche:

Condizione	Commento	Fattore di Partecipazione
1	PProprio	1.000000
2	PPortati	1.000000
3	Variabili Cat. C2	0.600000

Fattori di partecipazione per il calcolo delle masse – Coefficiente Ψ_2

Direzione d'ingresso dell'azione sismica:

- Direzione 1 Angolo in pianta 0.00 [°]
- Direzione 2 Angolo in pianta 90.00 [°]
- Direzione 3 Angolo in pianta 180.00 [°]
- Direzione 4 Angolo in pianta 270.00 [°]

ES 14 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	Rev.: 0
	Data: 20/12/2018
	Pagina: 16 di 43

Si trascurano gli effetti delle non linearità geometriche in quanto è soddisfatta la limitazione prevista per il fattore $\theta \leq 0.1$ (§ 7.3.1 NTC 2008) come di seguito specificato:

Massimi:

Modalità di calcolo: spostamenti d'interpiano per colonna

Sez.	Direzione $U = \sqrt{d_{r,1-2}^2 + d_{r,1-3}^2}$							
	Pil.	Comb.	L [m]	P [kg]	V [kg]	P d _r /h [kg]	d _r [cm]	θ
1	2-24	3	0.95	1292.9	78.1	0.3	0.02	0.0043

Risultati dell'analisi dinamica

I_s	raggio d'inerzia polare di piano $I_s = \sqrt{J_p / m}$
X_g, Y_g, Z_g	coordinate centro di massaModale
D_x, D_y	eccentricità centro di massa-centro delle rigidezze
$K_{rzz}, K_{tmin}, K_{tmax}$	rigidezze traslanti e torcenti
r_1, r_2	raggi giratori d'inerzia $(r_1 = (K_{rzz}/K_{tmin})^{1/2} r_2 = (K_{rzz}/K_{tmax})^{1/2})$
$\Delta K_x, \Delta K_y, \Delta K_{\theta z}$	incrementi percentuali di rigidezze ($\Delta K = (K_i - K_{i-1}) / K_{i-1}$)
$K_{xi}, K_{yi}, K_{\theta zi}$	rigidezze traslanti e torsionali del piano i-esimo rispetto agli assi globali
R	ordinata dello spettro
Coeff.di Part.	coefficienti di partecipazione (in letteratura g_{ij})
$ L_i / L_1 $	rapporto percentuale fra i fattori di partecipazione del modo i-esimo e del primo modo
Mmi/Mmtot	percentuale massa modale efficace dell'i-esimo modo
Sum Mmi/Mmtot	percentuale cumulativa delle masse modali efficaci
$\varphi_{i,Ux}, \varphi_{i,Uy}, \varphi_{i,\theta z}$	spostamenti modali del nodo master

ES 14 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	Rev.: 0
	Data: 20/12/2018
	Pagina: 17 di 43

Sintesi dei risultati per direzione d'ingresso del sisma.

SLV

Direzione d'ingresso	Modo Principale	Periodo [sec]	% Massa Modale Modo Principale	% Massa Modale Totale
0.00 [°]	9	0.03	44	99
90.00 [°]	5	0.04	37	100
180.00 [°]	9	0.03	44	99
270.00 [°]	5	0.04	37	100

SLD

Direzione d'ingresso	Modo Principale	Periodo [sec]	% Massa Modale Modo Principale	% Massa Modale Totale
0.00 [°]	9	0.03	44	99
90.00 [°]	5	0.04	37	100
180.00 [°]	9	0.03	44	99
270.00 [°]	5	0.04	37	100

Autovalori e Periodi

Numero di modi di vibrare trovati: 19

Numero di modi considerati per ogni direzione del sisma: 19

Modo	Autovalore [rad/sec]^2	Pulsazione [rad/sec]	Periodo [sec]	R
1	3377.5117	58.116	0.11	0.3954
2	9199.1563	95.912	0.07	0.3185
3	11778.4795	108.529	0.06	0.3047
4	18935.7246	137.607	0.05	0.2826
5	20130.5859	141.882	0.04	0.2802
6	20714.3086	143.925	0.04	0.2790
7	24472.4160	156.437	0.04	0.2727
8	33378.2813	182.697	0.03	0.2623
9	37858.4922	194.573	0.03	0.2585
10	45042.2656	212.232	0.03	0.2536
11	50052.4570	223.724	0.03	0.2509
12	67853.4297	260.487	0.02	0.2437
13	205131.1250	452.914	0.01	0.2252
14	248046.9219	498.043	0.01	0.2230
15	268918.2188	518.573	0.01	0.2221
16	395749.7813	629.086	0.01	0.2182
17	498805.2813	706.261	0.01	0.2162
18	535419.7500	731.724	0.01	0.2157
19	747928.2500	864.828	0.01	0.2133

ES 14 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	Rev.: 0
	Data: 20/12/2018
	Pagina: 18 di 43

Risultati angolo di ingresso del sisma: 0.00 [°] SLV

Mod o	Period o [sec]	Coeff.di Part.	Li / L1 	MassaModal e	Mmi/Mmto t	Sum Mmi/Mmto t	R
9	0.03	1.65531e+01	100	2.7e+02	44	44	0.2585
12	0.02	1.13698e+01	69	1.3e+02	21	65	0.2437
1	0.11	1.13074e+01	68	1.3e+02	21	86	0.3954
13	0.01	- 5.04648e+00	30	2.5e+01	4	90	0.2252
15	0.01	- 4.49094e+00	27	2.0e+01	3	93	0.2221
16	0.01	4.17582e+00	25	1.7e+01	3	96	0.2182
19	0.01	3.04076e+00	18	9.2e+00	1	97	0.2133
18	0.01	2.98435e+00	18	8.9e+00	1	99	0.2157
17	0.01	4.14927e-01	3	1.7e-01	0	99	0.2162
7	0.04	6.14243e-02	0	3.8e-03	0	99	0.2727
8	0.03	-4.68560e-02	0	2.2e-03	0	99	0.2623
4	0.05	-1.75788e-02	0	3.1e-04	0	99	0.2826
6	0.04	1.54465e-02	0	2.4e-04	0	99	0.2790
3	0.06	-1.25625e-02	0	1.6e-04	0	99	0.3047
11	0.03	6.45123e-03	0	4.2e-05	0	99	0.2509
5	0.04	-5.17857e-03	0	2.7e-05	0	99	0.2802
14	0.01	-2.96457e-03	0	8.8e-06	0	99	0.2230

ES 14 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	Rev.: 0
	Data: 20/12/2018
	Pagina: 19 di 43

10	0.03	7.93810e-04	0	6.3e-07	0	99	0.2536
2	0.07	-3.39162e-04	0	1.2e-07	0	99	0.3185

Risultati angolo di ingresso del sisma: 90.00 [°] SLV

Mod o	Period o [sec]	Coeff.di Part.	Li / L1 	MassaModal e	Mmi/Mmt t	Sum Mmi/Mmt t	R
5	0.04	1.51584e+01	100	2.3e+02	37	37	0.2802
10	0.03	1.00095e+01	66	1.0e+02	16	53	0.2536
14	0.01	9.97058e+00	66	9.9e+01	16	69	0.2230
11	0.03	6.65730e+00	44	4.4e+01	7	76	0.2509
2	0.07	6.26498e+00	41	3.9e+01	6	83	0.3185
8	0.03	6.20133e+00	41	3.8e+01	6	89	0.2623
4	0.05	5.82189e+00	38	3.4e+01	5	95	0.2826
6	0.04	5.56379e+00	37	3.1e+01	5	100	0.2790
7	0.04	1.64299e+00	11	2.7e+00	0	100	0.2727
3	0.06	-5.50527e-01	4	3.0e-01	0	100	0.3047
12	0.02	1.33236e-02	0	1.8e-04	0	100	0.2437
15	0.01	-1.30441e-02	0	1.7e-04	0	100	0.2221
1	0.11	8.48798e-03	0	7.2e-05	0	100	0.3954
16	0.01	-8.15430e-03	0	6.6e-05	0	100	0.2182
18	0.01	5.20811e-03	0	2.7e-05	0	100	0.2157
19	0.01	-5.11172e-03	0	2.6e-05	0	100	0.2133

ES 14 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	Rev.: 0
	Data: 20/12/2018
	Pagina: 20 di 43

13	0.01	5.11145e-03	0	2.6e-05	0	100	0.225 2
17	0.01	3.01823e-04	0	9.1e-08	0	100	0.216 2
9	0.03	-1.46781e-05	0	2.2e-10	0	100	0.258 5

Risultati angolo di ingresso del sisma: 180.00 [°] SLV

Mod o	Period o [sec]	Coeff.di Part.	Li / L1 	MassaModal e	Mmi/Mmt o	Sum Mmi/Mmt o	R
9	0.03	- 1.65531e+0 1	100	2.7e+02	44	44	0.258 5
12	0.02	- 1.13698e+0 1	69	1.3e+02	21	65	0.243 7
1	0.11	- 1.13074e+0 1	68	1.3e+02	21	86	0.395 4
13	0.01	5.04648e+0 0	30	2.5e+01	4	90	0.225 2
15	0.01	4.49094e+0 0	27	2.0e+01	3	93	0.222 1
16	0.01	- 4.17582e+0 0	25	1.7e+01	3	96	0.218 2
19	0.01	- 3.04076e+0 0	18	9.2e+00	1	97	0.213 3
18	0.01	- 2.98435e+0 0	18	8.9e+00	1	99	0.215 7
17	0.01	-4.14927e- 01	3	1.7e-01	0	99	0.216 2
7	0.04	-6.14235e- 02	0	3.8e-03	0	99	0.272 7
8	0.03	4.68588e-02	0	2.2e-03	0	99	0.262 3
4	0.05	1.75815e-02	0	3.1e-04	0	99	0.282 6

ES 14 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	Rev.: 0
	Data: 20/12/2018
	Pagina: 21 di 43

6	0.04	-1.54440e-02	0	2.4e-04	0	99	0.2790
3	0.06	1.25622e-02	0	1.6e-04	0	99	0.3047
11	0.03	-6.44821e-03	0	4.2e-05	0	99	0.2509
5	0.04	5.18545e-03	0	2.7e-05	0	99	0.2802
14	0.01	2.96909e-03	0	8.8e-06	0	99	0.2230
10	0.03	-7.89270e-04	0	6.2e-07	0	99	0.2536
2	0.07	3.42004e-04	0	1.2e-07	0	99	0.3185

Risultati angolo di ingresso del sisma: 270.00 [°] SLV

Mod o	Period o [sec]	Coeff.di Part.	Li / L1	MassaModal e	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
5	0.04	- 1.51584e+01	100	2.3e+02	37	37	0.2802
10	0.03	- 1.00095e+01	66	1.0e+02	16	53	0.2536
14	0.01	- 9.97058e+00	66	9.9e+01	16	69	0.2230
11	0.03	- 6.65730e+00	44	4.4e+01	7	76	0.2509
2	0.07	- 6.26498e+00	41	3.9e+01	6	83	0.3185
8	0.03	- 6.20133e+00	41	3.8e+01	6	89	0.2623
4	0.05	- 5.82189e+00	38	3.4e+01	5	95	0.2826
6	0.04	-	37	3.1e+01	5	100	0.279

ES 14 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	Rev.: 0
	Data: 20/12/2018
	Pagina: 22 di 43

		5.56379e+00					0
7	0.04	-1.64299e+00	11	2.7e+00	0	100	0.2727
3	0.06	5.50527e-01	4	3.0e-01	0	100	0.3047
12	0.02	-1.33288e-02	0	1.8e-04	0	100	0.2437
15	0.01	1.30462e-02	0	1.7e-04	0	100	0.2221
1	0.11	-8.49311e-03	0	7.2e-05	0	100	0.3954
16	0.01	8.15240e-03	0	6.6e-05	0	100	0.2182
18	0.01	-5.20946e-03	0	2.7e-05	0	100	0.2157
19	0.01	5.11034e-03	0	2.6e-05	0	100	0.2133
13	0.01	-5.10916e-03	0	2.6e-05	0	100	0.2252
17	0.01	-3.02011e-04	0	9.1e-08	0	100	0.2162
9	0.03	7.16979e-06	0	5.1e-11	0	100	0.2585

Risultati angolo di ingresso del sisma: 0.00 [°] SLD

Modo	Periodo [sec]	Coeff. di Part.	Li / L1	Massa Modale	Mmi/Mmt	Sum Mmi/Mmt	R	
9	0.03	1.65531e+01		100	2.7e+02	44	44	0.1164
12	0.02	1.13698e+01		69	1.3e+02	21	65	0.1087
1	0.11	1.13074e+01		68	1.3e+02	21	86	0.1877
13	0.01	-5.04648e+00		30	2.5e+01	4	90	0.0990
15	0.01	-4.49094e+00		27	2.0e+01	3	93	0.0974
16	0.01	4.17582e+00		25	1.7e+01	3	9	0.095

ES 14 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	Rev.: 0
	Data: 20/12/2018
	Pagina: 23 di 43

						6	4
19	0.01	3.04076e+00	18	9.2e+00	1	9 7	0.092 8
18	0.01	2.98435e+00	18	8.9e+00	1	9 9	0.094 0
17	0.01	4.14927e-01	3	1.7e-01	0	9 9	0.094 3
7	0.04	6.14243e-02	0	3.8e-03	0	9 9	0.123 8
8	0.03	-4.68560e-02	0	2.2e-03	0	9 9	0.118 3
4	0.05	-1.75788e-02	0	3.1e-04	0	9 9	0.128 9
6	0.04	1.54465e-02	0	2.4e-04	0	9 9	0.127 1
3	0.06	-1.25625e-02	0	1.6e-04	0	9 9	0.140 5
11	0.03	6.45123e-03	0	4.2e-05	0	9 9	0.112 4
5	0.04	-5.17857e-03	0	2.7e-05	0	9 9	0.127 6
14	0.01	-2.96457e-03	0	8.8e-06	0	9 9	0.097 8
10	0.03	7.93810e-04	0	6.3e-07	0	9 9	0.113 8
2	0.07	-3.39162e-04	0	1.2e-07	0	9 9	0.147 6

Risultati angolo di ingresso del sisma: 90.00 [°] SLD

Mod o	Period o [sec]	Coeff.di Part.	Li / L1 	MassaModal e	Mmi/Mmto t	Sum Mmi/Mmto t	R
5	0.04	1.51584e+0 1	100	2.3e+02	37	37	0.127 6
10	0.03	1.00095e+0 1	66	1.0e+02	16	53	0.113 8
14	0.01	9.97058e+0 0	66	9.9e+01	16	69	0.097 8
11	0.03	6.65730e+0 0	44	4.4e+01	7	76	0.112 4
2	0.07	6.26498e+0	41	3.9e+01	6	83	0.147

ES 14 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	Rev.: 0
	Data: 20/12/2018
	Pagina: 24 di 43

		0					6
8	0.03	6.20133e+00	41	3.8e+01	6	89	0.1183
4	0.05	5.82189e+00	38	3.4e+01	5	95	0.1289
6	0.04	5.56379e+00	37	3.1e+01	5	100	0.1271
7	0.04	1.64299e+00	11	2.7e+00	0	100	0.1238
3	0.06	-5.50527e-01	4	3.0e-01	0	100	0.1405
12	0.02	1.33236e-02	0	1.8e-04	0	100	0.1087
15	0.01	-1.30441e-02	0	1.7e-04	0	100	0.0974
1	0.11	8.48798e-03	0	7.2e-05	0	100	0.1877
16	0.01	-8.15430e-03	0	6.6e-05	0	100	0.0954
18	0.01	5.20811e-03	0	2.7e-05	0	100	0.0940
19	0.01	-5.11172e-03	0	2.6e-05	0	100	0.0928
13	0.01	5.11145e-03	0	2.6e-05	0	100	0.0990
17	0.01	3.01823e-04	0	9.1e-08	0	100	0.0943
9	0.03	-1.46781e-05	0	2.2e-10	0	100	0.1164

Risultati angolo di ingresso del sisma: 180.00 [°] SLD

Modo	Periodo [sec]	Coeff.di Part.	Li / L1	Massa Modale	Mmi/Mmtot	Sum Mmi/Mmtot	R
9	0.03	-1.65531e+01	100	2.7e+02	44	44	0.1164
12	0.02	-1.13698e+01	69	1.3e+02	21	65	0.1087
1	0.11	-	68	1.3e+02	21	86	0.187

ES 14 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	Rev.: 0
	Data: 20/12/2018
	Pagina: 25 di 43

		1.13074e+0 1					7
13	0.01	5.04648e+0 0	30	2.5e+01	4	90	0.099 0
15	0.01	4.49094e+0 0	27	2.0e+01	3	93	0.097 4
16	0.01	- 4.17582e+0 0	25	1.7e+01	3	96	0.095 4
19	0.01	- 3.04076e+0 0	18	9.2e+00	1	97	0.092 8
18	0.01	- 2.98435e+0 0	18	8.9e+00	1	99	0.094 0
17	0.01	-4.14927e- 01	3	1.7e-01	0	99	0.094 3
7	0.04	-6.14235e- 02	0	3.8e-03	0	99	0.123 8
8	0.03	4.68588e- 02	0	2.2e-03	0	99	0.118 3
4	0.05	1.75815e- 02	0	3.1e-04	0	99	0.128 9
6	0.04	-1.54440e- 02	0	2.4e-04	0	99	0.127 1
3	0.06	1.25622e- 02	0	1.6e-04	0	99	0.140 5
11	0.03	-6.44821e- 03	0	4.2e-05	0	99	0.112 4
5	0.04	5.18545e- 03	0	2.7e-05	0	99	0.127 6
14	0.01	2.96909e- 03	0	8.8e-06	0	99	0.097 8
10	0.03	-7.89270e- 04	0	6.2e-07	0	99	0.113 8
2	0.07	3.42004e- 04	0	1.2e-07	0	99	0.147 6

Risultati angolo di ingresso del sisma: 270.00 [°] SLD

Mod o	Period o [sec]	Coeff.di Part.	Li / L1 	MassaModal e	Mmi/Mmt o	Sum Mmi/Mmt o	R
----------	-------------------	-------------------	-------------	-----------------	--------------	---------------------	---

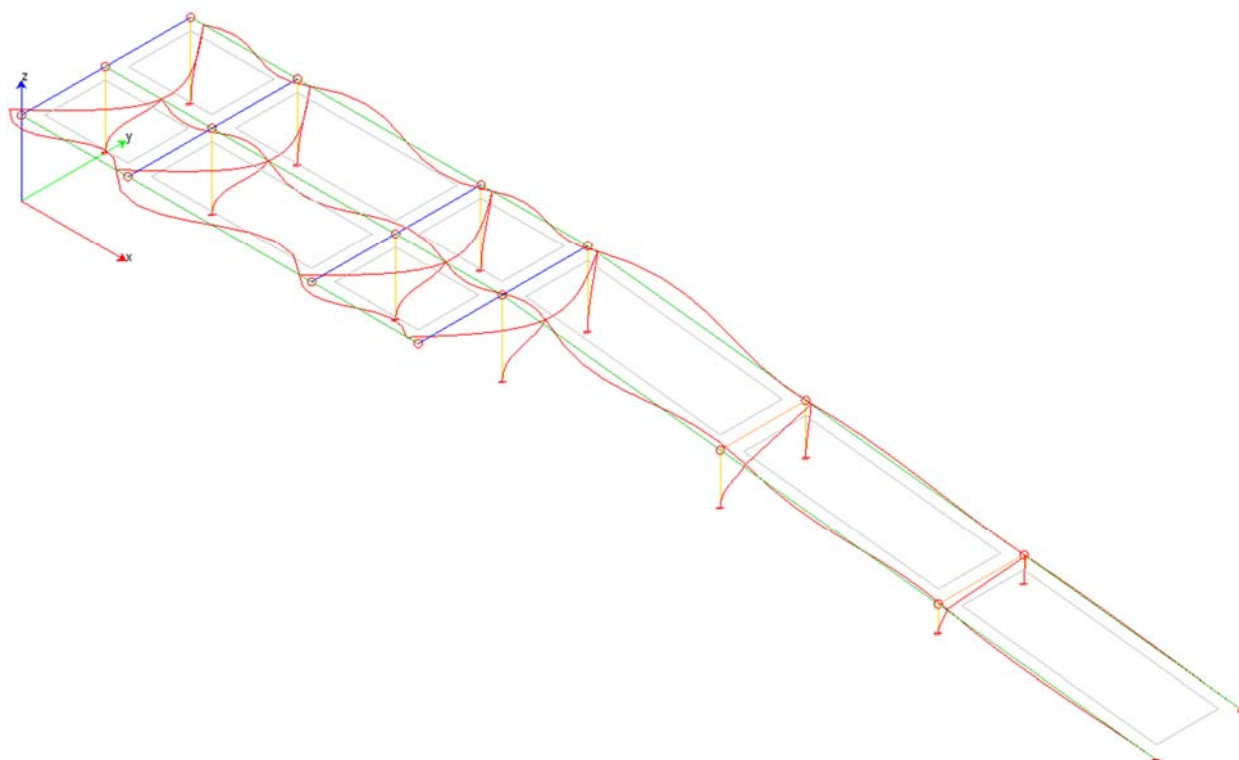
ES 14 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	Rev.: 0
	Data: 20/12/2018
	Pagina: 26 di 43

						t	
5	0.04	- 1.51584e+0 1	100	2.3e+02	37	37	0.127 6
10	0.03	- 1.00095e+0 1	66	1.0e+02	16	53	0.113 8
14	0.01	- 9.97058e+0 0	66	9.9e+01	16	69	0.097 8
11	0.03	- 6.65730e+0 0	44	4.4e+01	7	76	0.112 4
2	0.07	- 6.26498e+0 0	41	3.9e+01	6	83	0.147 6
8	0.03	- 6.20133e+0 0	41	3.8e+01	6	89	0.118 3
4	0.05	- 5.82189e+0 0	38	3.4e+01	5	95	0.128 9
6	0.04	- 5.56379e+0 0	37	3.1e+01	5	100	0.127 1
7	0.04	- 1.64299e+0 0	11	2.7e+00	0	100	0.123 8
3	0.06	5.50527e-01	4	3.0e-01	0	100	0.140 5
12	0.02	-1.33288e-02	0	1.8e-04	0	100	0.108 7
15	0.01	1.30462e-02	0	1.7e-04	0	100	0.097 4
1	0.11	-8.49311e-03	0	7.2e-05	0	100	0.187 7
16	0.01	8.15240e-03	0	6.6e-05	0	100	0.095 4
18	0.01	-5.20946e-03	0	2.7e-05	0	100	0.094 0
19	0.01	5.11034e-03	0	2.6e-05	0	100	0.092

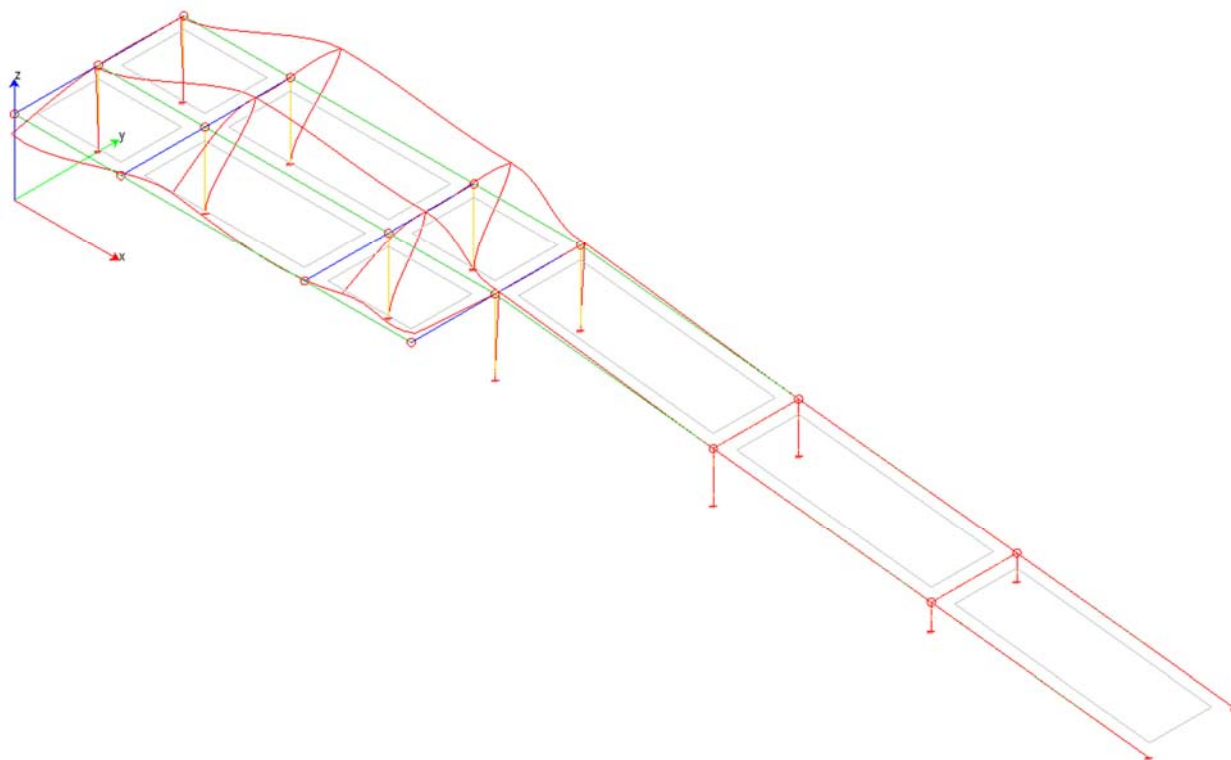
ES 14 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	Rev.: 0
	Data: 20/12/2018
	Pagina: 27 di 43

							8
13	0.01	-5.10916e-03	0	2.6e-05	0	100	0.0990
17	0.01	-3.02011e-04	0	9.1e-08	0	100	0.0943
9	0.03	7.16979e-06	0	5.1e-11	0	100	0.1164

Di seguito si riportano le deformate di alcuni dei modi principali



Deformata Modale - Vista assonometrica - Modo 9 – Modo principale sisma 0 SLV



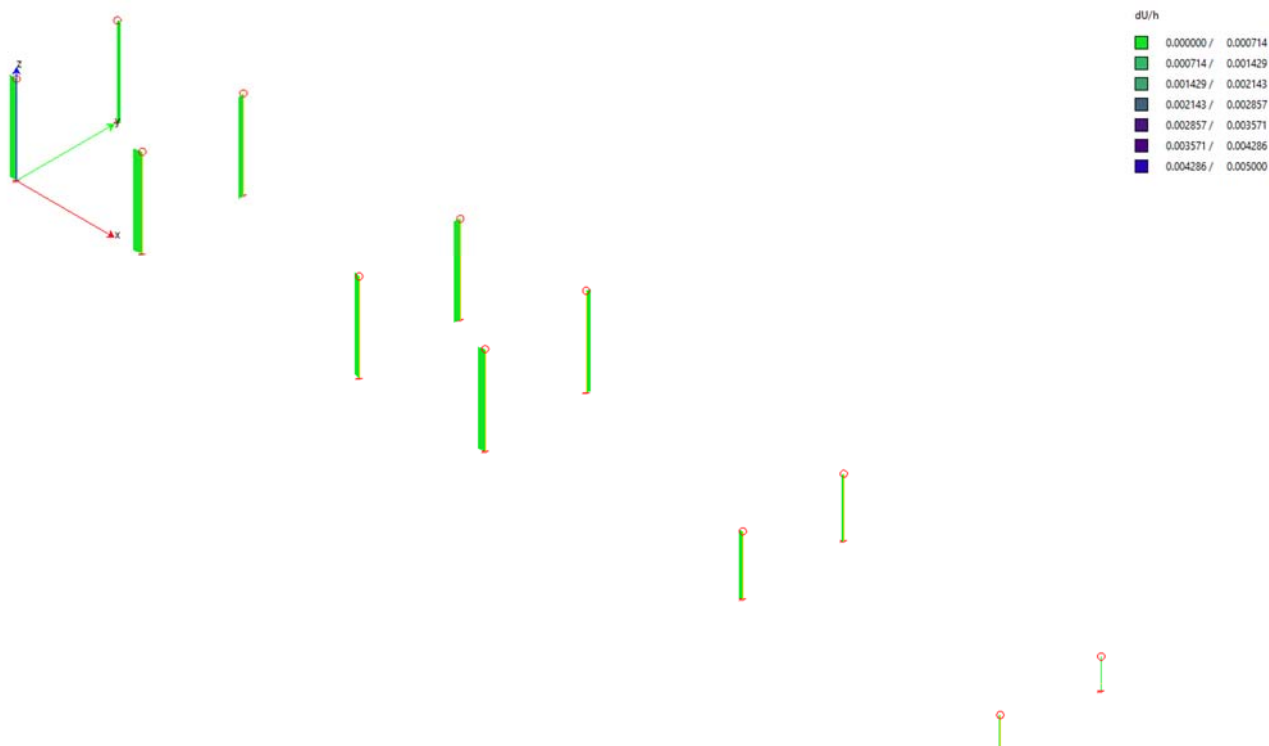
Deformata Modale – Piano x-z - Modo 5 – Modo principale sisma 90 SLV

Criteri di verifica

Le verifiche agli stati limite ultimi degli elementi strutturali in presenza dell'azione sismica vengono condotte dal programma di calcolo in termini di resistenza.

Trattandosi di struttura non dissipativa $q = 1$, le verifiche di resistenza sono cautelative allo stato limite di salvaguardia della vita, pertanto si omettono le verifiche di resistenza allo stato limite di danno come previsto al paragrafo 7.3.7.1 della ntc 2008.

Le verifiche allo stato limite di danno sono state eseguite controllando gli spostamenti differenziali, di cui si riportano di seguito i risultati.



Spostamenti Differenziali Massimi SLD

Spostamenti Massimi :

	Ux		Uy		Uxyz	
	Nodi	Ux [cm]	Nodi	Uy [cm]	Nodi	Uxyz [cm]
13	1-23	0.01	2-24	0.00	1-23	0.01
14	1-23	0.01	3-25	-0.00	1-23	0.01
15	1-23	0.00	2-24	0.01	2-24	0.01
16	1-23	-0.00	3-25	0.01	2-24	0.01
17	1-23	-0.01	3-25	0.00	1-23	0.01
18	1-23	-0.01	2-24	-0.00	1-23	0.01
19	1-23	0.00	3-25	-0.01	2-24	0.01
20	1-23	-0.00	2-24	-0.01	2-24	0.01

- Combinazione di Carico 14
- Fra i nodi 3 21
- In direzione |Uxyz|
- Spostamento 0.01

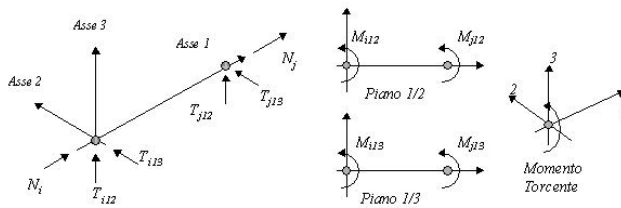
Non si sono rilevati spostamenti di interpiano superiori a 0.005000 H

Rappresentazione delle configurazioni deformate e delle caratteristiche di sollecitazione più significative

Elementi trave e pilastri - Convenzioni adottate:

le sollecitazioni sono da intendersi nel sistema di riferimento locale dell'elemento, e si riferiscono all'asta. La terna di riferimento locale dell'asta è così disposta:

Per quanto concerne i segni positivi assunti per le varie componenti di sollecitazione si assumono come positivi i versi e le sollecitazioni se così diretti:



Il programma di calcolo per ogni elemento individuato nel modello fornisce tutte le componenti di sollecitazione in tutte le combinazioni definite.

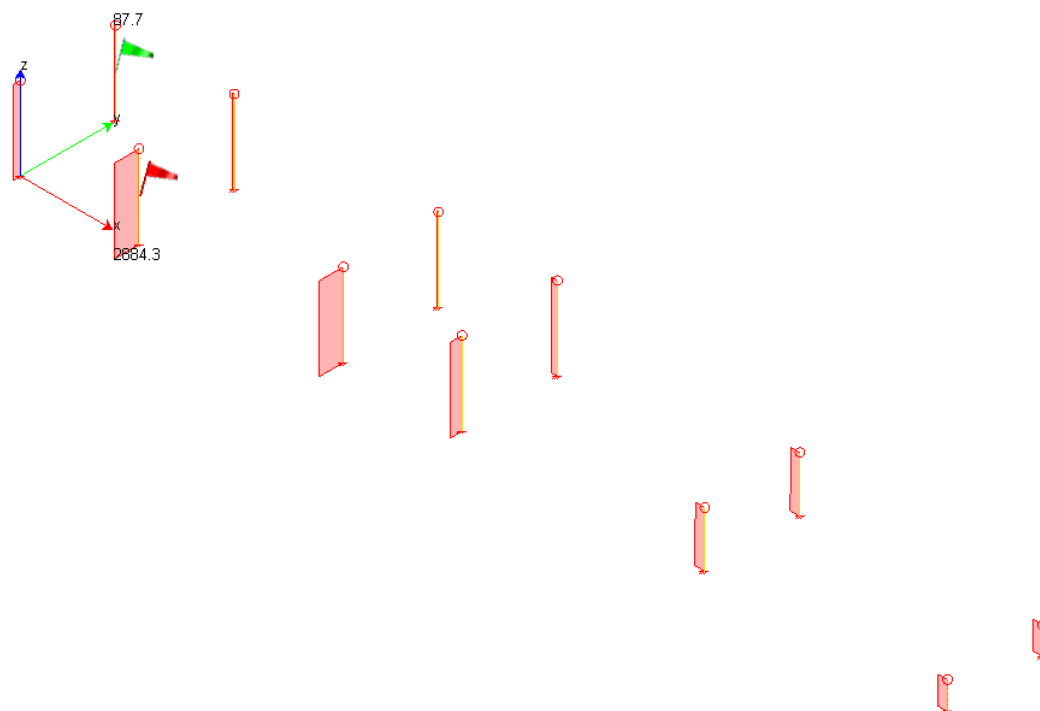
Al fine di evitare la stampa di copiosi tabulati, si ritiene più significativo riportare una sintesi dei risultati ottenuti in forma tabellare e attraverso diagrammi di involucro.

Rimangono a disposizione i tabulati completi per tutte le combinazioni di carico.

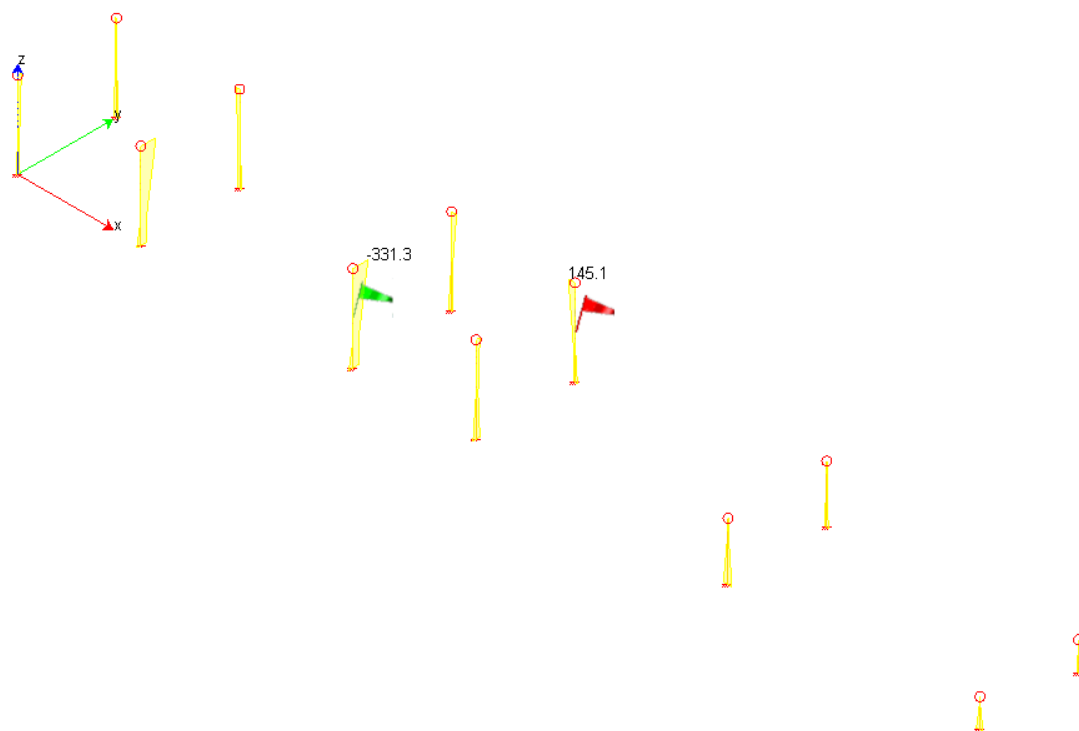
Pilastri

Pilastro Sezione numero 1 HEA 140

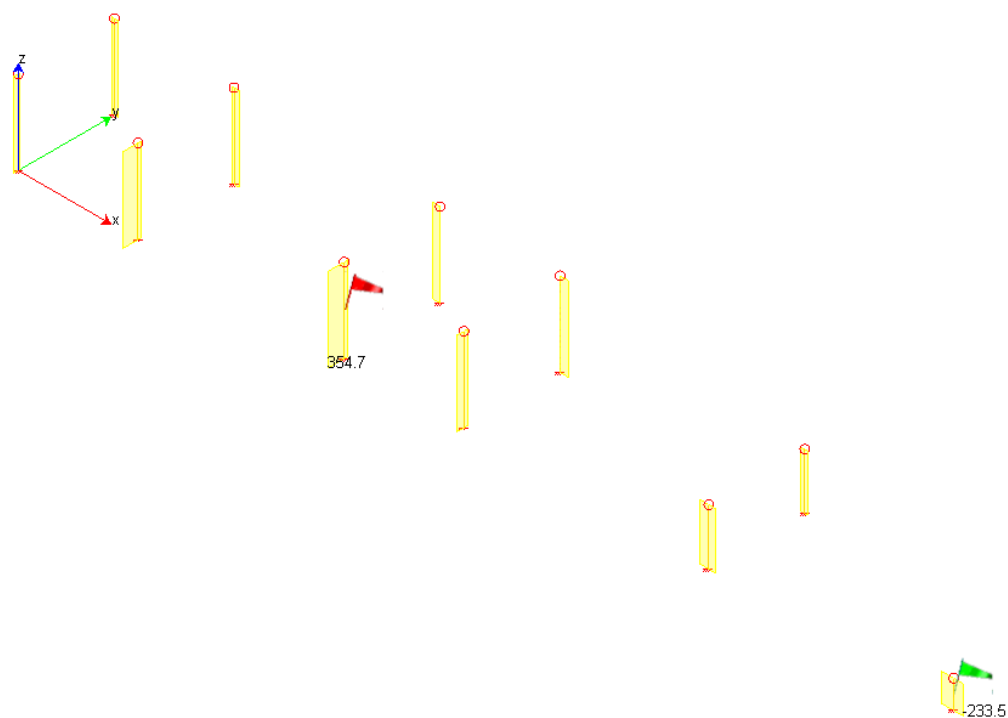
Sforzo normale	Min asta 10 29	-53.9 [kg]	Comb. 8	Max asta 2 24	2884.3 [kg]	Comb. 1
Taglio piano 1-2	Min asta 6 15	-233.5 [kg]	Comb. 6	Max asta 3 25	354.7 [kg]	Comb. 5
Taglio piano 1-3	Min asta 10 29	-292.6 [kg]	Comb. 1	Max asta 2 24	199.9 [kg]	Comb. 7
Momento torcente	Min asta 2 24	-0.4 [kgm]	Comb. 2	Max asta 1 23	0.4 [kgm]	Comb. 7
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 3 25	-331.3 [kgm]	Comb. 1	Max asta 11 30	145.1 [kgm]	Comb. 1
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 10 29	-135.5 [kgm]	Comb. 1	Max asta 3 25	163.7 [kgm]	Comb. 1



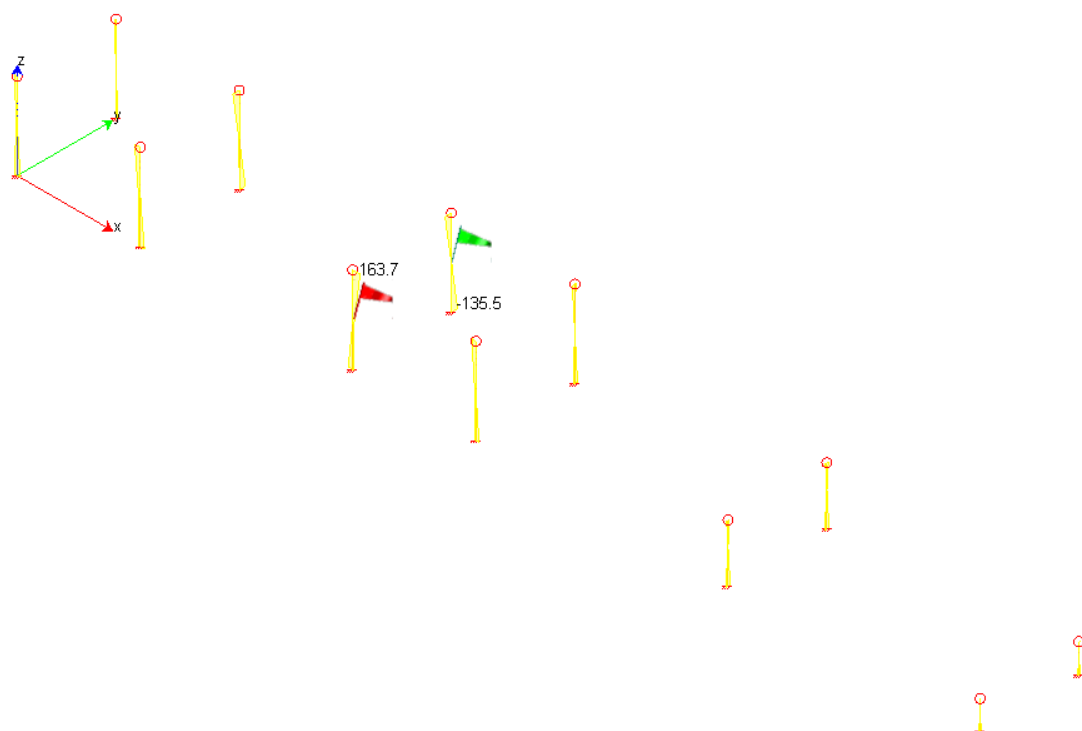
Sforzo Normale – Comb.1



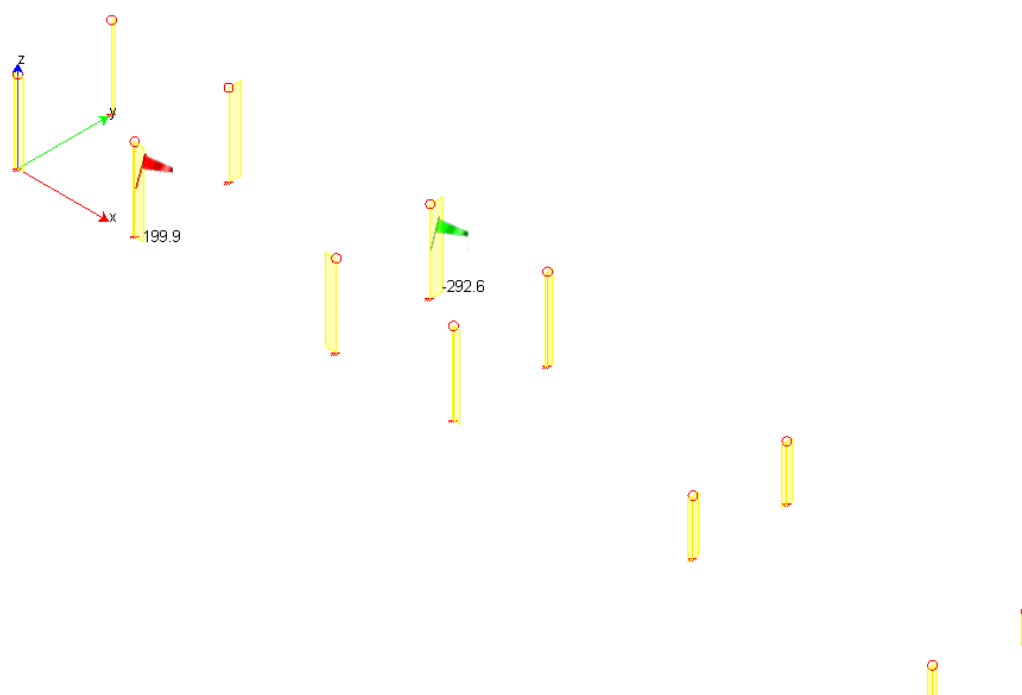
Momento flettente 1-2 – Diagramma inviluppo



Taglio 1-2 – Diagramma involuppo



Momento flettente 1-3 – Diagramma involuppo



Taglio 1-3 – Diagramma involuppo

ES 14 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	Rev.: 0
	Data: 20/12/2018
	Pagina: 34 di 43

Travi elevazione

Trave Sezione numero 1 HEA 140

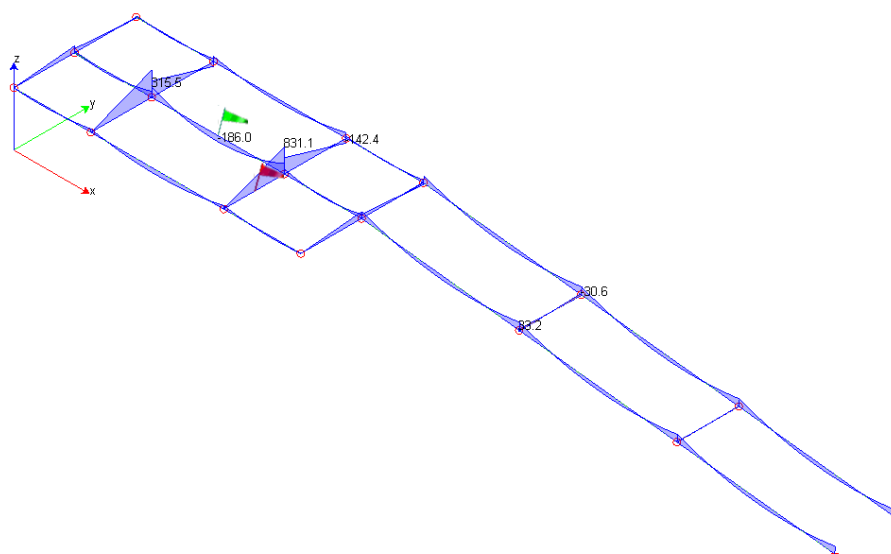
Sforzo normale	Min asta 25 29	-292.8 [kg]	Comb. 1	Max asta 21 25	81.9 [kg]	Comb. 5
Taglio piano 1-2	Min asta 21 25	-794.4 [kg]	Comb. 1	Max asta 25 29	606.5 [kg]	Comb. 1
Taglio piano 1-3	Min asta 22 26	-108.3 [kg]	Comb. 7	Max asta 22 26	109.7 [kg]	Comb. 2
Momento torcente	Min asta 22 26	-1.2 [kgm]	Comb. 1	Max asta 19 23	0.9 [kgm]	Comb. 1
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 25 29	-142.4 [kgm]	Comb. 1	Max asta 21 25	831.1 [kgm]	Comb. 1
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 22 26	-115.9 [kgm]	Comb. 2	Max asta 22 26	114.4 [kgm]	Comb. 7

Trave Sezione numero 2 Rett.

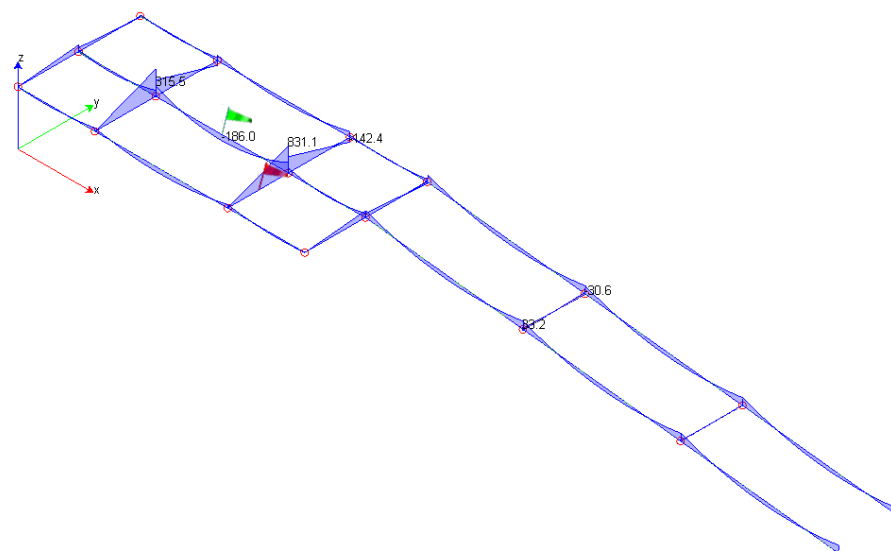
Sforzo normale	Min asta 26 17	-578.7 [kg]	Comb. 6	Max asta 26 17	701.8 [kg]	Comb. 3
Taglio piano 1-2	Min asta 24 25	-856.9 [kg]	Comb. 1	Max asta 24 25	857.1 [kg]	Comb. 1
Taglio piano 1-3	Min asta 21 22	-2.3 [kg]	Comb. 7	Max asta 19 20	2.3 [kg]	Comb. 3
Momento torcente	Min asta 19 20	-0.6 [kgm]	Comb. 1	Max asta 21 22	0.6 [kgm]	Comb. 1
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 24 25	-186.0 [kgm]	Comb. 1	Max asta 24 25	315.5 [kgm]	Comb. 1
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 21 22	-1.6 [kgm]	Comb. 7	Max asta 21 22	1.6 [kgm]	Comb. 7

Trave Sezione numero 3 HEA 120

Sforzo normale	Min asta 17 18	2.9 [kg]	Comb. 7	Max asta 15 16	7.4 [kg]	Comb. 1
Taglio piano 1-2	Min asta 17 18	-69.4 [kg]	Comb. 4	Max asta 17 18	69.4 [kg]	Comb. 9
Taglio piano 1-3	Min asta 17 18	-0.4 [kg]	Comb. 7	Max asta 17 18	0.3 [kg]	Comb. 2
Momento torcente	Min asta 17 18	-0.1 [kgm]	Comb. 7	Max asta 17 18	0.1 [kgm]	Comb. 2
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 17 18	-30.6 [kgm]	Comb. 9	Max asta 17 18	33.2 [kgm]	Comb. 9
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 17 18	-0.3 [kgm]	Comb. 7	Max asta 17 18	0.2 [kgm]	Comb. 2



Momento flettente – Diagramma involuppo

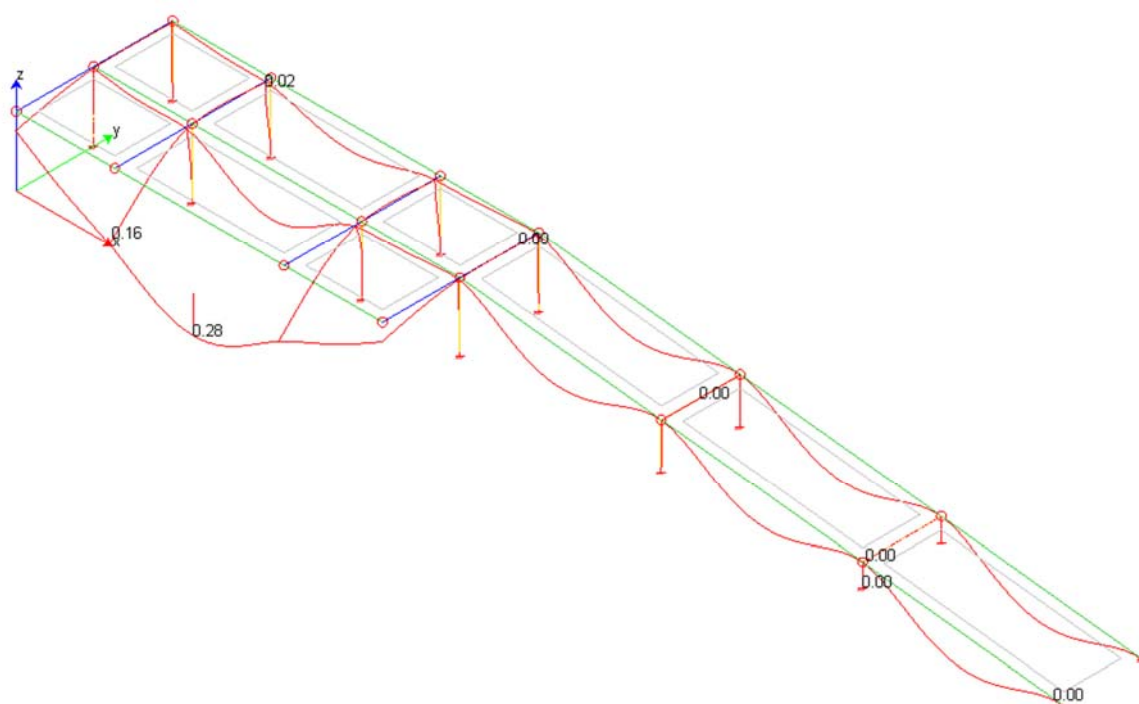


Taglio – Diagramma involuppo

Configurazioni deformate globali principali

Di seguito si riportano alcune deformate significative

Deformate globali



Deformata globale – Vista assonometrica – C.diC. 10 – SLE Rara

ES 14 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	Rev.: 0
	Data: 20/12/2018
	Pagina: 37 di 43

Verifiche elementi strutturali

Si riportano in seguito le verifiche più significative.

Pilastro HEA 140

COMPRESSIONE					
N _{ed} =	2.884	kg			
N_{ed}/N_{c,Rd} ≤ 1		0,04	≤ 1	VERIFICA SODDISFATTA	
dove:					
N _{c,Rd} = resistenza di calcolo a compressione della sezione					
Sezioni di classe 1,2 e 3 :			N _{c,Rd} = A*f _{yk} /g _{M0} =	82.238	kg
Sezioni di classe 4 :			N _{c,Rd} = A _{eff} *f _{yk} /g _{M0} =	0	kg
N.B. A _{eff} dipende dalla larghezza efficace dell'elemento compresso (Tab. 5.3.2 e 5.3.3 EC3)					

FLESSIONE MONOASSIALE M_y							
$M_{y,ed}=$	331	kgm					
$M_{y,ed}/M_{c,y,Rd} \leq 1$		0,07	≤ 1	VERIFICA SODDISFATTA			
$M_{c,z,Rd}=$	4.544	kgm					
dove:							
Sezioni di classe 1 e 2 :			$M_{c,Rd}=M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yk} / g_{M0} =$			4.544	kgm
Sezioni di classe 3 :			$M_{c,Rd}=M_{el,Rd} = W_{el} \cdot f_{yk} / g_{M0} =$			4.060	kgm
Sezioni di classe 4 :			$M_{c,Rd}=W_{eff,min} \cdot f_{yk} / g_{M0}$ =			0	kgm
N.B. W_{eff} dipende dalla larghezza efficace dell'elemento compresso (Tab. 5.3.2 e 5.3.3 EC3)							

FLESSIONE MONOASSIALE M_z					
M _{z,ed} =	163	kgm			
M_{z,ed}/M_{c,z,Rd} ≤ 1		0,07	≤ 1	VERIFICA SODDISFATTA	
M _{c,z,Rd} =	2.222	kgm			
dove:					
Sezioni di classe 1 e 2 :		M _{c,Rd} =M _{pl,Rd} =W _{pl} *f _{yk} /g _{M0} =		2.222	kgm
Sezioni di classe 3 :		M _{c,Rd} =M _{el,Rd} =W _{el} *f _{yk} /g _{M0} =		1.467	kgm
Sezioni di classe 4 :		M _{c,Rd} =W _{eff,min} *f _{yk} /g _{M0} =			kgm

Trave HEA 140

FLESSIONE MONOASSIALE M_y					
M _{y,ed} =	831	kgm			
M_{y,ed}/M_{c,y,Rd} ≤ 1		0,18	≤ 1	VERIFICA SODDISFATTA	
M _{c,z,Rd} =	4.544	kgm			

ES 14 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	Rev.: 0
	Data: 20/12/2018
	Pagina: 38 di 43

dove:							
Sezioni di classe 1 e 2 :		$M_{c,Rd}=M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yk}/g_{M0} =$		4.544	kgm		
Sezioni di classe 3 :		$M_{c,Rd}=M_{el,Rd} = W_{el} \cdot f_{yk}/g_{M0} =$		4.060	kgm		
Sezioni di classe 4 :		$M_{c,Rd}=W_{eff,min} \cdot f_{yk}/g_{M0}$ =		0	kgm		
N.B. W_{eff} dipende dalla larghezza efficace dell'elemento compresso (Tab. 5.3.2 e 5.3.3 EC3)							

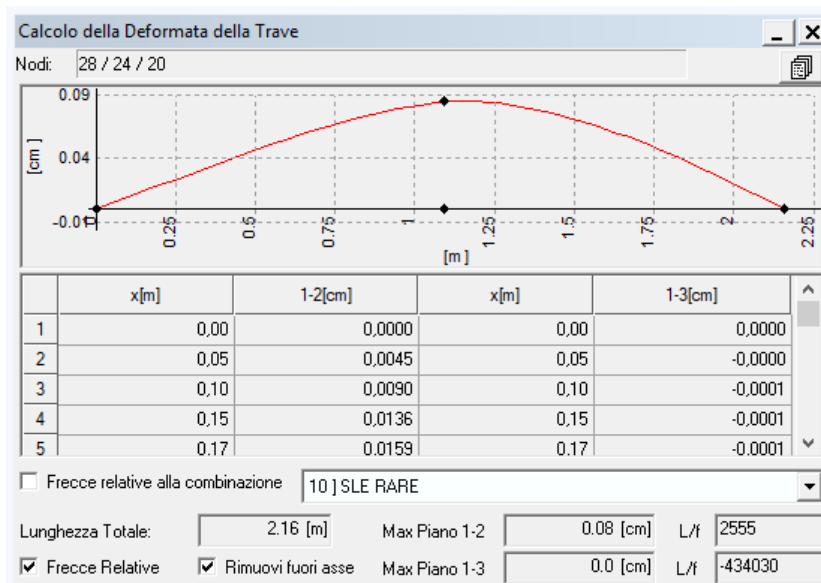
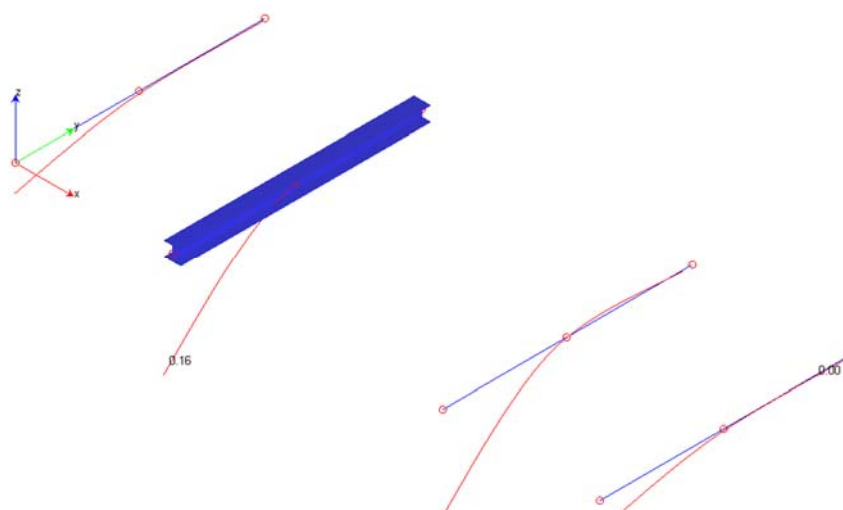
TAGLIO V_y NEL PIANO DELL'ANIMA in ASSENZA di TORSIONE							
$V_{y,ed}=$	794	kg	(nel piano dell'anima)				
$V_{ed}/V_{c,Rd} \leq 1$	0,05	≤ 1	VERIFICA SODDISFATTA				
dove:							
$V_{c,Rd} = A_v \cdot f_{yk} / (3^{1/2} \cdot g_{M0}) =$	kg	15.284	(in assenza di torsione)				
A_v =area resistente a taglio							
$A_v=$	10,11	cmq					
Per profilati ad I e ad H :		$A_v=A-2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f =$		10,11	cm ²		
Per profilati a C e ad U :		$A_v=A-2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + r) \cdot t_f =$		9,09	cm ²		
Per profilati a T :		$A_v=0,9 \cdot (A - b \cdot t_f) =$		17,55	cm ²		
Per profili rettangolari cavi "profilati a caldo" di spessore uniforme costante:		$A_v=A \cdot h / (b + h) =$		15,30	cm ²		
Per sezioni circolari cave e tubi di spessore uniforme:		$A_v=2 \cdot A / p =$		19,99	cm ²		
E' NECESSARIO condurre la verifica all'instabilità dell'anima della sezione PRIVA di IRRIGIDIMENTI se:							
$h_w/t_w < 72 \cdot h^* \cdot (235/f_{yk})^{1/2}$		con $h=1$					
$h_w/t_w=$	21,09	<	21,05	NON E' NECESSARIO CONDURRE LA VERIFICA ALL'INSTABILITA' DELL'ANIMA			

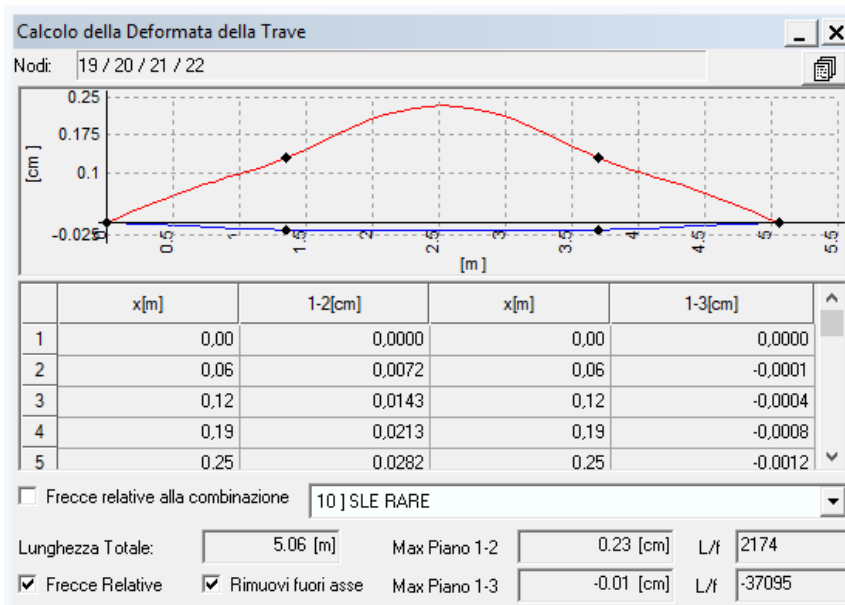
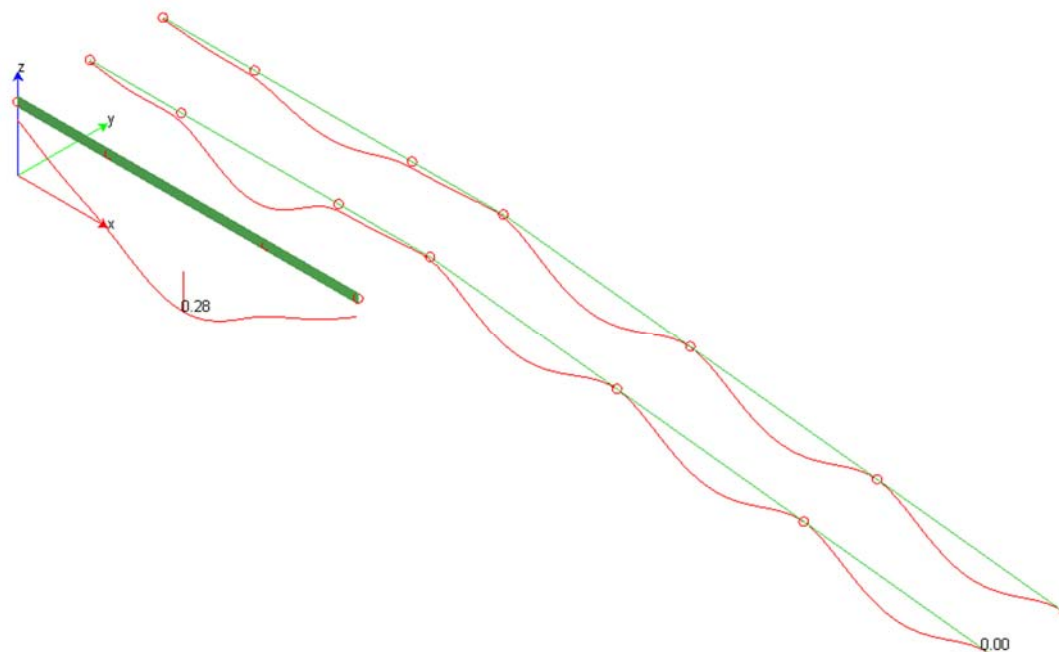
Rett. 14x1

FLESSIONE MONOASSIALE M_y							
$M_{y,ed}=$	315	kgm					
$M_{y,ed}/M_{c,y,Rd} \leq 1$	0,38	≤ 1	VERIFICA SODDISFATTA				
$M_{c,z,Rd}=$	838	kgm					
dove:							
Sezioni di classe 1 e 2 :		$M_{c,Rd}=M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yk}/g_{M0} =$		0	kgm		
Sezioni di classe 3 :		$M_{c,Rd}=M_{el,Rd} = W_{el} \cdot f_{yk}/g_{M0} =$		838	kgm		
Sezioni di classe 4 :		$M_{c,Rd}=W_{eff,min} \cdot f_{yk}/g_{M0} =$		0	kgm		

Verifica di deformabilità

Si riporta in seguito la verifica di deformabilità della trave maggiormente deformata.

Trave HEA 140

Rett. 14x1 cm

ES 14 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	Rev.: 0
	Data: 20/12/2018
	Pagina: 41 di 43

Caratteristiche e affidabilità dei codici di calcolo

Il programma di calcolo utilizzato è il software WINSTRAND (Structural Analysis and Design), software integrato per la modellazione, l'analisi e la verifica di sistemi strutturali 3D prodotto da ENEXSYS (Engineering Experts Systems) S.r.l., Via Tizzano n.46/2 Casalecchio di Reno (Bologna).

Il software può svolgere i seguenti tipi di analisi:

statica lineare (modellazione generale 6 gradi di libertà per nodo, ipotesi di solai infinitamente rigidi nel proprio piano con 3 gradi di libertà per nodo + 3 per impalcato);

dinamica via statica equivalente;

dinamica via modale con Spettri di risposta;

statica con azioni di piano prefabbricate.

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti e può essere applicata a strutture di forma qualunque, comunque caricate e vincolate, nell'ambito del comportamento lineare delle stesse.

Il software è corredato di ampia documentazione di validazione.

Strutture geotecniche o di fondazione

La rampa verrà ancorata al solaio esistente, pertanto non si prevede la realizzazione di nuove strutture di fondazione.

L'ancoraggio viene realizzato con piastra di dimensioni 300x300x15 mm e 2+2 tasselli M16 con resina tipo Hilti HIT-HY 200-A.

In fase di calcolo è stata ipotizzata la categoria sottosuolo C.

ES 14 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	Rev.: 0
	Data: 20/12/2018
	Pagina: 42 di 43

Relazione di calcolo sui materiali

Elenco materiali di progetto impiegati:

Acciaio carpenteria: S275

- Tensione caratteristica di snervamento: 2750 kg/cm²
 - Tensione caratteristica di rottura: ≥ 3600 kg/cm²
 - Modulo elasticità: 2.100.000 kg/cm²

Tasselli

Resina tipo Hilti HIT – HY 200

Valori di calcolo:

Acciaio da carpenteria: S275

- $f_{yk} = 2750$ kg/cm²
- $\gamma_s = 1.05$
- $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 2750 / 1.05 = 2619$ kg/cm²

ES 14 - RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE	Rev.: 0
	Data: 20/12/2018
	Pagina: 43 di 43

Piano di manutenzione

Opere di ispezione e di eventuale manutenzione da eseguire

Livello minimo delle prestazioni.

Elevata resistenza meccanica.

Modalità di controllo:

Controllo visivo atto a riscontrare possibili anomalie che precedano fenomeni di cedimenti strutturali.

Problemi riscontrabili:

Possibili distacchi fra i vari componenti.

Perdita della capacità portante.

Rottura dei punti di saldatura.

Fenomeni di corrosione.

Possibili cause:

Anomali incrementi dei carichi da sopportare.

Incendi.

Tipo di intervento (all'occorrenza):

Riparazioni localizzate delle parti strutturali.

Strumenti atti a migliorare la conservazione dell'opera:

Vernici ignifughe.

Altri additivi specifici.

In caso di evidenti anomalie dovrà essere consultato un tecnico specializzato.