

Titolo:

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO RELATIVO ALLA REALIZZAZIONE DEL NUOVO CENTRO OPERATIVO COMUNALE (C.O.C.) DELLA PROTEZIONE CIVILE DI ALBINEA
ALBINEA (RE) – 42020 – VIA GRANDI

Committente:

COMUNE DI ALBINEA
Piazza Cavicchioni, 8 – 42020, Albinea (RE)
tel: 0522 590211 – fax: 0522 590236 – pec: albinea@cert.provincia.re.it

Progettazione architettonica:

STUDIO M2R ARCHITETTURA – Ing. Luca Monti, Arch. Lorenzo Rapisarda
Via Martiri di Cervarolo 30, 42122 Reggio Emilia – tel: +39 0522 1714163 – fax: +39 0522 1714164
P.IVA: 02202370355 – e-mail: info@emmedueerre.com – www.emmedueerre.com

M2R
STUDIO
ARCHITETTURA

Gruppo di progetto: Arch. Lorenzo Rapisarda, Ing. Luca Monti, Arch. Marco Borghi

Progettazioni specialistiche:

Progetto impianti meccanici:
Ing. Nicholas Ghidoni_STUDIO HELICA
Via Emilia Santo Stefano, n.31
42121 - Reggio Emilia (RE)

Progetti impianti elettrici:
Ing. Enrico Camellini
Via Procaccini, n.12
42123 - Reggio Emilia (RE)

Progetto strutturale:
Ing. Lorenzo Giordani
Via Cagni, n.3
42124 - Reggio Emilia (RE)

Data:**Titolo elaborato:****Scala:**

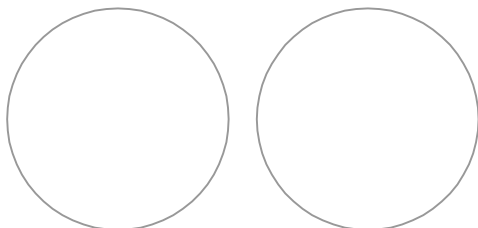
Dicembre 2019

RELAZIONE DI CALCOLO TETTOIA

Orientamento:**Disciplina:****Fase operativa:**

ELABORATI STRUTTURALI

PROGETTO
DEFINITIVO
ESECUTIVO

Tecnici incaricati:**N. elaborato:**

ES_R_01_t

Sommario

1. ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE.....	2
2. RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE.....	32
2.1 Premessa	32
2.2 Descrizione generale dell'opera e criteri generali di progettazione, analisi e verifica.....	32
2.3 Quadro normativo di riferimento adottato	33
2.4 Azioni di progetto sulle costruzioni.....	33
2.5 Fattore di comportamento, regolarità e deformabilità.....	33
2.6 Modello numerico.....	33
2.7 Principali risultati.....	49
2.8 Verifiche agli stati limite ultimi.....	49
2.9 Verifiche agli stati limite di esercizio	59
2.10 Altri risultati significativi.....	61
3 RELAZIONE SUI MATERIALI.....	73
4 PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA DELLA PARTE STRUTTURALE.....	73
5 RELAZIONI SPECIALISTICHE.....	73

1. ILLUSTRAZIONE SINTETICA DEGLI ELEMENTI ESSENZIALI DEL PROGETTO STRUTTURALE

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

Il manufatto oggetto della presente relazione verrà edificato a Albinea (RE) secondo gli strumenti urbanistici attuativi del comune. La morfologia del terreno è pianeggiante.

Di seguito si riportano i parametri geognostici e geotecnici caratteristici, riportati nella relazione fornita dalla committenza redatta dal dott. Geol. P. Beretti per l'edificio sede della farmacia comunale distante circa 50m dall'area di sedime del nuovo edificio oggetto della presente relazione.

Unità geotecnica	Parametri geognostici caratteristici	Parametri geotecnici caratteristici
UGT1: da - 1,0 m a - 2,0 m p.c. Argille limose e limi argillosi sovraconsolidati, grado di compressibilità basso.	$qc_k = 30,80 \text{ kgf/cm}^2$ $fs_k = 2,17 \text{ kgf/cm}^2$	$\phi'_k = 24^\circ$ $c'_k = 0,16 \text{ kgf/cm}^2$ $c_{uk} = 0,65 \text{ kgf/cm}^2$ $\gamma_{nk} = 0,00196 \text{ kgf/cm}^3$ $E_{dk} = 74 \text{ kgf/cm}^2$ $k_k = 1,65 \text{ kgf/cm}^3$
UGT2: da - 2,0 a - 5,0 m p.c. Argille limose e/o limi argillosi spiccatamente sovraconsolidate. Basso grado di compressibilità.	$qc_k = 51,61 \text{ kgf/cm}^2$ $fs_k = 4,30 \text{ kgf/cm}^2$	$\phi'_k = 25^\circ$ $c'_k = 0,20 \text{ kgf/cm}^2$ $c_{uk} = 0,95 \text{ kgf/cm}^2$ $\gamma_{nk} = 0,00198 \text{ kgf/cm}^3$ $E_{dk} = 93 \text{ kgf/cm}^2$ $k_k = 1,93 \text{ kgf/cm}^3$
UGT3 da - 5,0 a - 8,5 m p.c. Argille limose e limi argillosi sovraconsolidati, grado di compressibilità basso.	$qc_k = 37,07 \text{ kgf/cm}^2$ $fs_k = 2,47 \text{ kgf/cm}^2$	$\phi'_k = 23^\circ$ $c'_k = 0,14 \text{ kgf/cm}^2$ $c_{uk} = 0,70 \text{ kgf/cm}^2$ $\gamma_{nk} = 0,00197 \text{ kgf/cm}^3$ $E_{dk} = 67 \text{ kgf/cm}^2$ $k_k = 1,49 \text{ kgf/cm}^3$
UGT4: Oltre a -8,5 m da p.c. Ghiaie argillose – argille ghiaiose profonde, grado di compressibilità praticamente nullo.	$qc_k = 229,43 \text{ kgf/cm}^2$ $fs_k = 1,02 \text{ kgf/cm}^2$	$\phi'_k = 35^\circ$ $c'_k = 0,00 \text{ kgf/cm}^2$ $c_{uk} = 0,00 \text{ kgf/cm}^2$ $\gamma_{nk} = 0,00205 \text{ kgf/cm}^3$ $E_{dk} = 240 \text{ kgf/cm}^2$ $k_k = 7,45 \text{ kgf/cm}^3$

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

1.b “descrizione generale della struttura, sia in elevazione che in fondazione, e della tipologia di intervento, con indicazione delle destinazioni d'uso previste per la costruzione, dettagliate per ogni livello entro e fuori terra, e dei vincoli imposti dal progetto architettonico”

La nuova tettoia avrà una struttura intelaiata in acciaio.

La copertura sarà realizzata con lamiera Hi BOND.

Le fondazioni sono di tipo diretto, plinti con cordoli di collegamento gettate in opera.

La quota del piano fondale deriva dalle indicazioni del geol. Beretti: -1.0m dal piano campagna attuale.

Il manufatto risulta isolato e non avrà nessun edificio che potrà interferire sismicamente con esso.

Nella tettoia troveranno posto i mezzi della protezione civile.

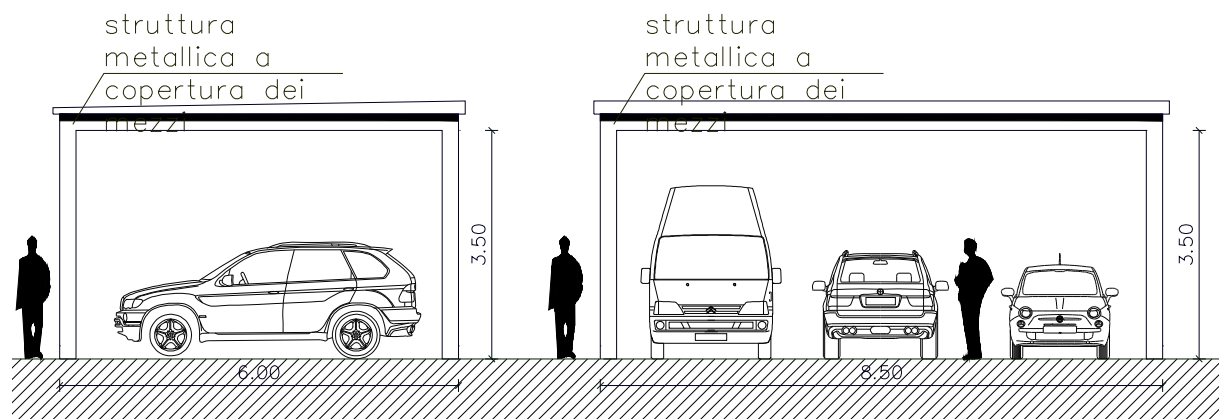


Fig. 1.b.1 - Prospetto architettonico

1.c “normativa tecnica e riferimenti tecnici utilizzati, tra cui le eventuali prescrizioni sismiche contenute negli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica”

D.M. 17 Gennaio 2018 – “Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni.”

Circolare n. del’11 febbraio 2019 – Istruzioni per l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le istruzioni”

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

Di seguito si definiscono i parametri necessari per la valutazione delle sollecitazioni sia orizzontali che verticali per le strutture; si definiscono in base alla normativa vigente i parametri necessari per definire le azioni orizzontali dovute al sisma.

I parametri che concorrono alla definizione dell’azione sismica di seguito riportati sono stati valutati in funzione della destinazione d’uso dell’edificio, della tipologia strutturale e delle condizioni del terreno.

SISMA

Edificio Ordinario di Classe IV: $V_R = V_{N \times C_u} = 50 \times 2.0 = 100$

Categoria del sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Zona sismica: 3

Classe di duttilità: non dissipativo

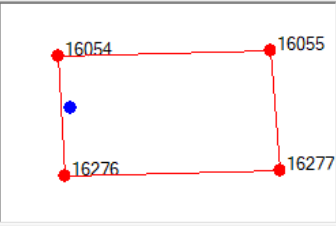
Le coordinate geografiche sono: Long. 10.613775°; Lat. 44.628012°

Parametri spettri di risposta automatici

Par.3.2 DM 14/1/2008

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

Lon (°) 10.613775 Lat (°) 44.628012



SLE

SLO

☒ Auto PVR= 81 % TR= 60 anni
☒ Auto ag/g = 0.0683 Fo= 2.48 Tc*= 0.265 s

SLD

☒ Auto PVR= 63 % TR= 101 anni
☒ Auto ag/g = 0.0855 Fo= 2.46 Tc*= 0.27 s

SLU

SLV

☒ Auto PVR= 10 % TR= 949 anni
☒ Auto ag/g = 0.2016 Fo= 2.3889 Tc*= 0.2976 s

Fig. 1.d.1 - Parametri sismici

NEVE

Il calcolo dell'azione statica della neve sulle coperture dei due modelli di calcolo viene eseguita come descritto nel §3.4 del D.M. 17/01/2018. Il valore di q_s da utilizzare nei calcoli viene determinato come:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$$

dove:

- q_s è il carico neve sulla copertura;
- μ_i è il coefficiente di forma della copertura, fornito al successivo § 3.4.5;
- q_{sk} è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [kN/mq], fornito al successivo §3.4.2 per un periodo di ritorno di 50 anni;
- C_E è il coefficiente di esposizione di cui al § 3.4.3;
- C_t è il coefficiente termico di cui al § 3.4.4

Zona I - Mediterranea $a_s < 200m$: $q_{sk}=1.5kN/mq$;

Inclinazione della falda: $\alpha < 30^\circ$;

Coefficiente di forma: $\mu_i = 0.8$;

Coefficiente di esposizione: $C_E=1$ per classe di topografia Normale – “Area in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento a causa del terreno alte costruzioni o alberi”;

Coefficiente termico: $C_t=1$

Carico Neve: $q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t = 0.8 \cdot 1.5 \cdot 1 \cdot 1 = 1.2kN/mq$

CARICHI COPERTURA

SOLAIO COPERTURA		
G1		
PP lamiera H55/P600 sp. 0.7mm	0.1	kN/mq
Q1		
Accidentale neve	1.20	kN/mq

Non si è considerata l'azione del vento in quanto il carico sismico per un edificio di classe IV risulta essere più gravoso.

1.e "descrizione dei materiali e dei prodotti per uso strutturale, dei requisiti di resistenza meccanica e di durabilità considerati"

CALCESTRUZZO

Calcestruzzo cordoli di fondazione

Resistenza caratteristica cilindrica:

Resistenza caratteristica a trazione:

Resistenza cilindrica di calcolo

Modulo elastico

Coefficiente parziale di sicurezza S.L.U

Classe di esposizione

Classe di consistenza

Dmax inerti

$$R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctk} = 1.79 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd} = 14.16 \text{ N/mm}^2$$

$$E_c = 31475 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_c = 1.5$$

XC2

S4/S5

30mm

Per le verifiche sismiche si è adottato il seguente legame costitutivo per il calcestruzzo.

Tipo di Materiali

Generale Calcestruzzo Acciaio da Carpenteria Acciaio per Armature Legno XLam

Rck 30 N/mm² fck 25 N/mm² α_{cc} 0.85 ☐ Materiale esistente

fctm 2.5649639 N/mm² fctk 1.7954747 N/mm² α_{ct} 1

fm 33 N/mm² FC 1

Legame costitutivo del materiale:
~Parabola Rettangolo

SLU comp SLU traz SLU Eccez

γ_M 1.5 γ_M 1.5 γ_M 1

Coeff.per pressofless. 1 x fcd

fcd 14.166666666 N/mm²

fctd 1.19698316267 N/mm²

ϵ_{yd} 0.002

ϵ_{ud} 0.002

Modifica legame costitutivo

Resist.traz per PushOver

☒ Auto FT 3.75 N/mm²

Verifiche SLE

☐ No Resist.Comp ☒ No Resist.Traz

☒ Aggiorna prop. meccaniche

Parametri verifiche DM'18

Legame costitutivo calcestruzzo C25/30

Per le fondazioni il calcolo del copriferro riportato di seguito da un valore di 30mm.

Resoconto		
Classe strutturale e classe di esposizione	S3	XC2
Tolleranza di esecuzione relativa al copriferro ΔC_{dev}	10 mm	
Copriferro minimo per garantire l'aderenza $C_{min,b}$	12 mm	
Copriferro minimo per garantire la durabilità $C_{min,dur}$	20 mm	
Copriferro minimo adottato C_{min}	20 mm	
Copriferro nominale C_{nom}	30 mm	

Si considera un copriferro di 40mm, come indicato nelle tavole grafiche.

Le prove a compressione su cubetti di cls vanno eseguite tra il 28° e il 30° giorno di maturazione e comunque entro 45 giorni dalla data di prelievo.

I provini di calcestruzzo devono essere identificati mediante sigle o targhette indicanti la data di getto, il numero del verbale di prelievo e un numero inequivocabile di prelievo (DDT, nr progressivo, etc.), apposte direttamente dal D.L., identiche a quanto riportato sul modello di richiesta prove.

La differenza fra i valori di resistenza a compressione di 2 provini di cls non deve superare il 20% del valore inferiore.



ACCIAIO PER C.A.

Si prescrive l'uso di acciaio B450C del tipo ad aderenza migliorata controllato in stabilimento e per il quale dovranno essere presentati alla D.L. i certificati relativi alle prove di laboratorio, come prescritto dalle vigenti norme e più specificatamente i risultati relativi al controllo delle tensioni di snervamento e di rottura. Coefficiente parziale di sicurezza S.L.U.: $\gamma_s = 1.15$.

L'acciaio per cemento armato B450C è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

Tabella 11.3.Ia

f_{yk}	450 N/mm ²
f_{tk}	540 N/mm ²

e deve rispettare i requisiti indicati nella seguente Tab. 11.3.Ib:

Tabella 11.3.Ib

CARATTERISTICHE	REQUISITI	FRATTILE (%)
Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}	$\geq f_{yk}$	5.0
Tensione caratteristica di rottura f_{tk}	$\geq f_{tk}$	5.0
$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$	10.0
$(f_y/f_{yk})_k$	$\leq 1,35$	10.0
Allungamento $(A_{gt})_k$	$\geq 7,5 \%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90 ° e successivo raddrizzamento senza cricche: $\phi < 12$ mm $12 \leq \phi \leq 16$ mm per $16 < \phi \leq 25$ mm per $25 < \phi \leq 40$ mm	 4 ϕ 5 ϕ 8 ϕ 10 ϕ	

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche vale quanto indicato al § 11.3.2.3.

Per le verifiche sismiche si è adottato il seguente legame costitutivo per l'acciaio B450C.

Tipo di Materiali

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

f_{yk} 450 N/mm² f_u 540 N/mm² ☐ materiale esistente

☒ Aderenza Migliorata ϵ_{ud} 0.001956 Legame Costitutivo del materiale:
~ Bilatera Acciaio

f_m 450 N/mm² FC 1

Verifiche SLU

SLU comp	SLU traz	SLU Eccez
γ_M 1.15	γ_M 1.15	γ_M 1
f_d Compres. 391.304347826 N/mm ²		
f_d Trazione 391.304347826 N/mm ²		

Modifica Legame Costitutivo

Verifiche SLE

☐ No Resist.Comp ☐ No Resist.Traz

☒ Aggiorna Prop.Meccaniche

Legame costitutivo acciaio B450C

Le prove su barre di acciaio devono essere effettuate entro 30 giorni dalla data di consegna del materiale in cantiere.

Le barre d'acciaio dovranno essere identificate mediante targhette indicanti un numero inequivocabile di prelievo (DDT, nr. verbale di prelievo, colata, etc.)

Per ogni diametro utilizzato si devono prelevare 3 spezzoni lunghi 1.2m

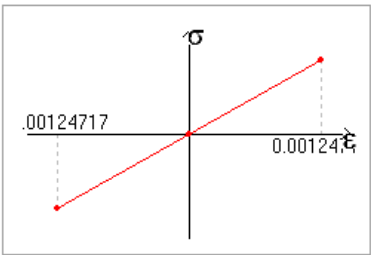


ACCIAIO PER CARPENTERIA

Si prescrive l'uso di acciaio S275 zincato a caldo.

Tipo di materiale: S 275

×

Generale	Calcestruzzo	Acciaio da Carpenteria	Acciaio per Armature	Legno	XLam									
fyk 275 N/mm²		fu 430 N/mm²		Legame costitutivo del materiale:										
fy1 255 N/mm²		E _{ud} 0.019642857		~Lineare										
Verifiche SLU <table border="1"> <thead> <tr> <th>SLU comp</th> <th>SLU traz</th> <th>SLU Eccez.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>γ_{M0} 1.05 </td> <td>γ_{M0} 1.05 </td> <td>γ_M 1 </td> </tr> <tr> <td>γ_{M1} 1.05 </td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			SLU comp	SLU traz	SLU Eccez.	γ _{M0} 1.05	γ _{M0} 1.05	γ _M 1	γ _{M1} 1.05					
SLU comp	SLU traz	SLU Eccez.												
γ _{M0} 1.05	γ _{M0} 1.05	γ _M 1												
γ _{M1} 1.05														
fd Compres. 261.90476190476 N/mm²		fd Trazione 261.90476190476 N/mm²		Modifica legame costitutivo ☐ No resist comp ☐ No resist traz ☒ Aggiorna Prop.Meccaniche										

Tab. 4.2.I – Laminati a caldo con profili a sezione aperta piani e lunghi

Norme e qualità degli acciai	Spessore nominale "t" dell'elemento			
	t ≤ 40 mm		40 mm < t ≤ 80 mm	
	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]	f_{yk} [N/mm ²]	f_{tk} [N/mm ²]
UNI EN 10025-2				
S 235	235	360	215	360
S 275	275	430	255	410
S 355	355	510	335	470
S 450	440	550	420	550
UNI EN 10025-3				
S 275 N/NL	275	390	255	370
S 355 N/NL	355	490	335	470
S 420 N/NL	420	520	390	520
S 460 N/NL	460	540	430	540
UNI EN 10025-4				
S 275 M/ML	275	370	255	360
S 355 M/ML	355	470	335	450
S 420 M/ML	420	520	390	500
S 460 M/ML	460	540	430	530
S460 Q/QL/QL1	460	570	440	580
UNI EN 10025-5				
S 235 W	235	360	215	340
S 355 W	355	510	335	490

PERNI

Si prescrive l'uso perni classe 8.8.

Tab. 11.3.XIII.b

Classe	4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8	10.9
f_{yb} (N/mm ²)	240	320	300	400	480	640	900
f_{tb} (N/mm ²)	400	400	500	500	600	800	1000

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

Comportamento strutturale: NON DISSIPATIVO

Fattore di comportamento: $q_x=q_y=1$

Stati Limite Indagati:

- STATICI:
 - SLU;
 - SLE.
- SISMICI:
 - SLV;
 - SLO.

Fondazioni

Le fondazioni sono realizzate con plinti di base 80x80cm, di altezza 1.0m. Sono previsti cordoli di

collegamento di sezione 30x30cm.

Vincolamenti interni

Il solaio di copertura è considerato NON infinitamente rigido nel piano.

Vincolamenti esterni

I plinti e le travi di fondazione risultano essere "appoggiate" su un letto di molle alla winkler con $k=0.016\text{N/mm}$, mentre sono impediti gli spostamenti orizzontali.

Per massimizzare le sollecitazioni sismiche sulla parte in elevazione, si è considerato anche il caso con l'incastro alla base.

1.g "indicazione delle principali combinazioni delle azioni in relazione agli SLU e SLE indagati: coefficienti parziali per le azioni, coefficienti di combinazione"

INVILUPPO RISULTATI DELLE CONDIZIONI ELEMENTARI

I risultati contengono sia inviluppi sia combinazioni dei risultati delle condizioni di carico elementari.

Una condizione di inviluppo può essere di tipo "automatico" e in questo caso è un vero e proprio inviluppo dei valori minimi o massimi che ogni singola grandezza può assumere per effetto della combinazione lineare dei valori di ogni condizione di carico elementare, moltiplicati per il coefficiente che tra i due possibili risulta più tassativo.

Tutte le condizioni di carico in caso di inviluppo sono trattate tramite due moltiplicatori uno minimo e uno massimo per dare la possibilità di considerare azioni (tipo azione del vento o sisma) che possono agire in due direzioni opposte.

I risultati contengono sia inviluppi sia combinazioni assegnate dei risultati delle condizioni di carico elementari.

La combinazione lineare automatica può essere svolta anche su risultati di inviluppi, detti in questo caso inviluppi base, anziché di condizioni di carico elementare. Il risultato è un inviluppo di inviluppi.

Le condizioni di carico possono essere distinte nelle seguenti tipologie:

- **Permanente:** la CdC elementare è sempre presente nell'inviluppo e viene scelto il coefficiente più tassativo.
- **Variabile:** le sollecitazioni della CdC elementare sono sommate solo se la componente considerata (Forza, momento flettente, spostamento in una direzione, ecc.) è a sfavore, diminuendo il valore finale se si cerca il minimo, aumentando il valore finale se si cerca il massimo, scegliendo sempre il coefficiente più tassativo.
- **Variabile non Contemporanea:** analoga alla Variabile ma vengono sommate le sollecitazioni della sola e unica CdC più gravosa, per la componente in esame, fra tutte quelle che appartengono allo stesso gruppo (colonna grp), escludendo le altre CdC dello stesso gruppo.
- **Permanente non Contemporanea:** analoga alle var. non contemporanea con la differenza che le sollecitazioni di almeno una CdC dello stesso gruppo (la più gravosa o la meno favorevole) vengono sommate anche se con effetto favorevole; in questo caso viene scelta la meno favorevole per la componente in esame.
- **Variabile Contemporanea:** le sollecitazioni della CdC elementare sono sommate insieme a tutte quelle Variabili Contemporanee che appartengono allo stesso gruppo (colonna grp) solo se applicandole tutte assieme vanno a sfavore diminuendo il valore finale se si cerca il minimo, aumentando il valore finale se si cerca il massimo.
- **Non Considerata:** le sollecitazioni della CdC elementare non contribuiscono all'inviluppo.

DESCRIZIONE DELLE CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI STATICHE

Il peso proprio degli Elementi tipo Beam e tipo Shell viene calcolato automaticamente in base alle caratteristiche dei materiali, alla geometria degli elementi e ai seguenti parametri:

CdC = Numero Condizione di Carico Elementare
mltX = Moltiplicatore del peso proprio in direzione X Globale
mltY = Moltiplicatore del peso proprio in direzione Y Globale
mltZ = Moltiplicatore del peso proprio in direzione Z Globale
Tipo = Tipo di Condizione di Carico (St = Statico, StEq = Sismico Statico Equivalente)
 Ψ_0, Ψ_1, Ψ_2 = coefficienti di combinazione
 Ψ_{2s} = coefficiente di combinazione sismica
 ϕ = coefficiente per calcolo masse

Nome	CdC	mltX	mltY	mltZ	Tipo	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	Ψ_{2s}	ϕ
PP	1	0	0	-1	Permanente (St)	1	1	1	1	1
PP-cop	2	0	0	0	Permanente non strutt (St)	1	1	1	1	1
Sa-cop	3	0	0	0	Tetti e coperture con neve (St)	0.5	0.2	0	0	1

DESCRIZIONE DEGLI IMPALCATI

Gli Impalcati sono definiti nel modello al fine di gestire le operazioni legate al comportamento “di piano” (es. eccentricità accidentale delle masse in condizioni sismiche, ecc.) e “d’interpiano” (es, spostamenti orizzontali relativi, calcolo del fattore θ , deformabilità torsionale della struttura, ecc.). A tale scopo sono assegnati i parametri per il riconoscimento delle entità che fanno parte di un certo Impalcato e della posizione relativa dei vari Impalcati, al fine di riconoscere quali di essi devono essere correlati. È inoltre possibile indicare comportamenti “particolari” per ciascun Impalcato.

Gli Impalcati definiti nel modello ed i parametri ad essi relativi sono riportati nella tabella seguente, nella quale i simboli adottati hanno il significato descritto nel seguito:

Impalcato = nome che individua l’Impalcato in esame;
Verticali = elenco delle Verticali delle quali fa parte l’impalcato in esame; ogni Verticale è costituita da un insieme di Impalcati correlati verticalmente, ossia posti uno sopra l’altro;
Quota = quota di riferimento dell’Impalcato, utilizzata ad esempio per il calcolo dell’altezza d’interpiano;
Poligono = se presente, delimita l’ingombro in pianta dell’Impalcato; se è indicato un valore nullo l’Impalcato non ha limiti di estensione planimetrica; se è indicato un trattino “-” la definizione dell’Impalcato è legata ad un gruppo di selezione e non a criteri geometrici;
DZsup = se presente, indica la tolleranza altimetrica superiore, cioè al di sopra della quota di riferimento, che individua la quota massima delle entità facenti parte dell’Impalcato; se è indicato un trattino “-” la definizione dell’Impalcato è legata ad un gruppo di selezione e non a criteri geometrici;
DZinf = se presente, indica la tolleranza altimetrica inferiore, cioè al di sotto della quota di riferimento, che individua la quota minima delle entità facenti parte dell’Impalcato;
Selezione = se presente, individua il gruppo di selezione che definisce le entità facenti parte dell’Impalcato; se è indicato un trattino “-” la definizione dell’Impalcato è legata a criteri geometrici e non ad un gruppo di selezione;
Ecc. masse = se “si” per l’impalcato in questione viene generata automaticamente una distribuzione di masse tale da generare l’eccentricità definita nel capitolo “Analisi Sismica”;
Nodo Master = se presente determina l’assegnazione automatica di un vincolo di piano rigido a tutti i nodi facenti parte dell’Impalcato; se assente non esclude comunque che tale proprietà sia stata assegnata attraverso altre procedure;
Modalità θ = indica la modalità utilizzata per il calcolo del fattore θ :
- Da norma: il calcolo è condotto secondo il § 7.3.1 del D.M. 17/01/2018 formula [7.3.3] (formula (7.3.2.) DM 14/01/2008);
- Pend: il calcolo è condotto tenendo conto del reale punto di applicazione dei carichi agli Impalcati superiori;
Orientamento θ = indica l’orientamento utilizzato per il calcolo del fattore θ :
- // Sisma: forze e spostamenti di piano sono determinati considerando direzioni orizzontali parallele a quelle di ingresso del sisma;
- Globale: forze e spostamenti di piano sono determinati considerando direzioni orizzontali parallele agli assi X ed Y del sistema di riferimento globale;

- Loc. 23: forze e spostamenti di piano sono determinati considerando direzioni orizzontali concordi con gli assi locali 2 e 3 di un elemento Beam, Truss specificato, ovvero con gli assi 1 (se orizzontale) o 2 di un elemento Shell
- Loc. 45: forze e spostamenti di piano sono determinati considerando direzioni orizzontali concordi con gli assi principali 4 e 5 di un elemento Beam, Truss specificato;

Elemento θ = se il riferimento usato per il calcolo del fattore θ è di tipo "locale", indica l'elemento dal quale ricavare le direzioni orizzontali di riferimento;

Nodo rif. = indica il nodo del modello che fornisce gli spostamenti da trasportare nell'origine per il calcolo del fattore θ ;

Origine per θ = indica la modalità con cui si individua il punto di origine dell'impalcato;

Coord. Orig. = indica la le coordinate (x,y) del punto suddetto, su cui si trasportano gli spostamenti di impalcato per il calcolo del fattore θ .

Impalcato	Verticali	Quota (mm)	Poligono	DZsup (mm)	DZinf (mm)	Selezione
Ecc. masse Origine per θ	Nodo Master Coord. Orig. (mm)	Modalità θ	Riferimento θ		Elemento θ	Nodo rif.
Impalcato n°1	Vert1	0	0	0	0	-
Sì	-	Da norma	// Sisma		-	1
Centro massa Imp.(4125.0; 2916.1)						
Impalcato n°2	Vert1	3500	0	0	3500	-
Sì	-	Da norma	// Sisma		-	2
Centro massa Imp.(4125.0; 2928.1)						

SOLLECITAZIONI DI INVILUPPO SU ELEMENTI BEAM - TRUSS

Per ciascuna Condizione di Carico di Inviluppo vengono riportate le sollecitazioni di ciascun elemento tipo Beam/Truss

Beam/Truss = Numero dell'Elemento Beam-Truss

T = Tipo di entità: B = Beam, T = TRUSS

X = Coordinata del punto di inviluppo

N = Sforzo assiale (positivo se di trazione)

T12 = Taglio agente nel piano locale 12

T13 = Taglio agente nel piano locale 13

MT = Momento Torcente

M12 = Momento agente nel piano locale 12

M13 = Momento agente nel piano locale 13

Wink2 = Pressione per travi alla Winkler nel piano 12

Wink3 = Pressione per travi alla Winkler nel piano 13

QWink2 = Carico per travi alla Winkler nel piano 12

QWink3 = Carico per travi alla Winkler nel piano 13

I simboli S1, S2, S3, S4 indicano la "sigma combinata" e si riferiscono al calcolo della tensione fittizia valutata in ipotesi di linearità del comportamento del materiale e resistenza indefinita, la cui massimizzazione individua la più probabile verifica peggiore a pressoflessione, valutata con la formula (sigma positiva indica trazione)

$$\sigma_{comb} = \frac{N}{A} \pm \frac{M_{12}}{W_{12}} \pm \frac{M_{13}}{W_{13}}$$

(W sono i moduli di resistenza) sui quattro spigoli del rettangolo ideale con moduli di resistenza pari a quelli della sezione base dell'asta.

Sono di seguito elencati i dati dei seguenti inviluppi:

~SL18 STR SLV

Descrizione inviluppo "~SL18 STR SLV"

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

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

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'involuppo "~SL18 STR SLV"

Descrizione involuppo "~SL18 STR SLV_1":

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	PP	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	PP-cop	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	Sa-cop	Variabile		0	1.5

Descrizione involuppo "~SL18 SLU Sism. Orizz._1":

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	PP	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	PP-cop	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	Sa-cop	Variabile		0	0
CdC elem. 9Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 10Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 11Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3
CdC elem. 12Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3

Descrizione involuppo "~SL18 SLU Sism. Orizz._2":

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	PP	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	PP-cop	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	Sa-cop	Variabile		0	0
CdC elem. 9Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 10Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 11Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	2	-1	1
CdC elem. 12Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	2	-1	1

INVILUPPO REAZIONI VINCOLARI

Per ciascuna Condizione di Carico di Involuppo vengono riportate le reazioni vincolari involuppate nei nodi vincolati

N = Numero del Nodo

CdC = Condizione di Carico di Involuppo

Rx = Forza in direzione X

Ry = Forza in direzione Y

Rz = Forza in direzione Z

Mx= Momento attorno all'asse X

My= Momento attorno all'asse Y

Mz= Momento attorno all'asse Z

Sono di seguito elencati i dati dei seguenti involuppi:

~SL18 GEO

~SL18 STR SLV

Descrizione involuppo "~SL18 GEO"

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

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

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'involuppo "~SL18 GEO"

Descrizione involuppo "~SL18 GEO_1":

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	PP	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	PP-cop	Permanente		0.8	1.5

CdC elem. 3St	Sa-cop	Variabile		0	1.5
---------------	--------	-----------	--	---	-----

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

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	PP	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	PP-cop	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	Sa-cop	Variabile		0	0
CdC elem. 9Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 10Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 11Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3
CdC elem. 12Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3

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

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	PP	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	PP-cop	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	Sa-cop	Variabile		0	0
CdC elem. 9Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 10Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 11Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	2	-1	1
CdC elem. 12Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	2	-1	1

Descrizione involucro “~SL18 STR SLV”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di involucro automatiche

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

Descrizione degli involucri contenuti nell’involuppo “~SL18 STR SLV”

Descrizione involucro “~SL18 STR SLV_1”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	PP	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	PP-cop	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	Sa-cop	Variabile		0	1.5

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

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	PP	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	PP-cop	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	Sa-cop	Variabile		0	0
CdC elem. 9Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 10Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 11Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3
CdC elem. 12Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3

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

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	PP	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	PP-cop	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	Sa-cop	Variabile		0	0
CdC elem. 9Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 10Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 11Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	2	-1	1
CdC elem. 12Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	2	-1	1

INVILUPPO SPOSTAMENTI NODALI ASSOLUTI

Per ciascuna Condizione di Carico di Involuppo dei nodi vengono riportati gli spostamenti assoluti involuppati ai nodi

N = Numero del Nodo

CdC = Condizione di Carico di Involuppo

X = Spostamento in direzione X

Y = Spostamento in direzione Y
Z = Spostamento in direzione Z
Rx = Rotazione attorno all'asse X
Ry = Rotazione attorno all'asse Y
Rz = Rotazione attorno all'asse Z

Sono di seguito elencati i dati dei seguenti involuppi:

~SL18 SLE caratt.

Descrizione involuppo “~SL18 SLE caratt.”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di involuppo automatiche

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

Descrizione degli involuppi contenuti nell'involuppo “~SL18 SLE caratt.”

Descrizione involuppo “~SL18 SLE caratt._1”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	PP	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	PP-cop	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	Sa-cop	Variabile		1	1

1.h “indicazione motivata del metodo di analisi seguito per l'esecuzione della stessa: analisi lineare o non lineare (precisazione del fattore $\theta = P \cdot d/V \cdot h$), analisi statica o dinamica (periodo $T1 < 2.5TC$ o TD , regolarità in altezza) Nel dettaglio deve essere esplicitato se trattasi di:

- analisi lineare statica,
- analisi lineare dinamica (numero di modi considerati e relative masse partecipanti),
- analisi non lineare statica (distribuzioni di carico adottate e rapporti di sovrarresistenza α_u/α_1),
- analisi non lineare dinamica (accelerogrammi adottati),
- altro,

riportando la sintesi dei principali risultati”

Il manufatto in oggetto è stato sottoposto ad ANALISI LINEARE DINAMICA (analisi dinamica modale), prendendo in considerazione un numero di modi di vibrare tale da ottenere una massa partecipante totale superiore all'85%.

Il software ha calcolato 6 analisi modali, assegnando di volta in volta l'eccentricità al baricentro delle masse in direzione $\pm X$ e $\pm Y$

Il metodo di combinazione modale è il cosiddetto metodo CQC (combinazione quadratica completa) così definita: "I contributi derivanti dai singoli modi sono combinati tenendo conto del segno delle singole componenti modali. La generica componente U_i delle risposta sismica è data da una combinazione quadratica delle componenti U_{ij} ($j=1,N.modi$) in cui i coefficienti di combinazione fra due modi distinti dipendono dai coefficienti di smorzamento dei due modi e dal rapporto fra le due frequenze. Se non vengono assegnati smorzamenti modali, i risultati forniti da questo metodo coincidono con quelli del metodo RMS".

La massa movimentata è calcolata in percentuale sulla massa totale applicata ai gradi di libertà dei nodi non vincolati. Adottando una analisi di tipo lineare, si è valutata l'incidenza delle non linearità geometriche attraverso il calcolo del fattore θ per entrambe le direzioni di azione del sisma (nel caso in esame parallele al sistema di riferimento globale).

CdC	Lancio	Nome	Tipo	Spettro di Risposta	ag/g	Molt.X	Molt.Y	Molt.Z
1	1	Sisma SLO X Dx	Sisma SLE X (Dy)	~DM2018 SLO X	0.0683	1	0	0
			SottoTipo: SLO					
5	1	Sisma SLD X Dx	Sisma SLE X (Dy)	~DM 2018 SLD X	0.0855	1	0	0
			SottoTipo: SLD					
9	1	Sisma SLV X Dx	Sisma SLU X (Dy)	~DM 2018 SLV X	0.2016	1	0	0
			SottoTipo: SLV					
2	2	Sisma SLO X Sx	Sisma SLE X (Dy)	~DM2018 SLO X	0.0683	1	0	0
			SottoTipo: SLO					
6	2	Sisma SLD X Sx	Sisma SLE X (Dy)	~DM 2018 SLD X	0.0855	1	0	0
			SottoTipo: SLD					

CdC	Lancio	Nome	Tipo	Spettro di Risposta	ag/g	Molt.X	Molt.Y	Molt.Z
10	2	Sisma SLV X Sx	Sisma SLU X (Dy)	~DM 2018 SLV X	0.2016	1	0	0
			SottoTipo: SLV					
3	3	Sisma SLO Y Dx	Sisma SLE Y (Dy)	~DM 2018 SLO Y	0.0683	0	1	0
			SottoTipo: SLO					
7	3	Sisma SLD Y Dx	Sisma SLE Y (Dy)	~DM 2018 SLD Y	0.0855	0	1	0
			SottoTipo: SLD					
11	3	Sisma SLV Y Dx	Sisma SLU Y (Dy)	~DM 2018 SLV Y	0.2016	0	1	0
			SottoTipo: SLV					
4	4	Sisma SLO Y Sx	Sisma SLE Y (Dy)	~DM 2018 SLO Y	0.0683	0	1	0
			SottoTipo: SLO					
8	4	Sisma SLD Y Sx	Sisma SLE Y (Dy)	~DM 2018 SLD Y	0.0855	0	1	0
			SottoTipo: SLD					
12	4	Sisma SLV Y Sx	Sisma SLU Y (Dy)	~DM 2018 SLV Y	0.2016	0	1	0
			SottoTipo: SLV					

Lancio n°1:

n. Modo	Periodo (sec.)	Tot. X %	Parz. X %	Tot. Y %	Parz. Y %	Tot. Z %	Parz. Z %
1	0.19973	0.000	0.000	0.000	0.000	32.174	32.174
2	0.15736	0.000	0.000	0.000	0.000	48.480	16.306
3	0.11671	67.023	67.023	0.000	0.000	48.480	0.000
4	0.10394	67.023	0.000	88.601	88.601	48.480	0.000
5	0.074654	78.262	11.239	88.601	0.000	48.480	0.000
6	0.065274	78.262	0.000	88.601	0.000	48.480	0.000
7	0.065267	78.262	0.000	88.601	0.000	48.480	0.000
8	0.065266	78.262	0.000	88.601	0.000	48.480	0.000
9	0.063595	79.806	1.543	88.601	0.000	48.480	0.000
10	0.054957	80.140	0.334	88.601	0.000	48.480	0.000
11	0.054748	80.140	0.000	88.601	0.000	48.480	0.000
12	0.054742	80.140	0.000	88.601	0.000	48.480	0.000
13	0.054741	80.140	0.000	88.601	0.000	48.480	0.000
14	0.049512	80.140	0.000	88.601	0.000	48.480	0.000
15	0.043058	89.502	9.362	88.601	0.000	48.480	0.000

Lancio n°2:

n. Modo	Periodo (sec.)	Tot. X %	Parz. X %	Tot. Y %	Parz. Y %	Tot. Z %	Parz. Z %
1	0.18157	0.000	0.000	0.000	0.000	27.031	27.031
2	0.14187	0.000	0.000	0.000	0.000	40.301	13.271
3	0.1084	61.108	61.108	0.000	0.000	40.301	0.000
4	0.10363	61.108	0.000	88.319	88.319	40.301	0.000
5	0.075155	75.613	14.505	88.319	0.000	40.301	0.000
6	0.068747	75.613	0.000	88.319	0.000	40.301	0.000
7	0.06874	75.613	0.000	88.319	0.000	40.301	0.000
8	0.068739	75.613	0.000	88.319	0.000	40.301	0.000
9	0.067559	76.539	0.926	88.319	0.000	40.301	0.000
10	0.058845	76.539	0.000	88.319	0.000	40.301	0.000
11	0.058839	76.539	0.000	88.319	0.000	40.301	0.000
12	0.058838	76.539	0.000	88.319	0.000	40.301	0.000
13	0.057329	77.851	1.312	88.319	0.000	40.301	0.000
14	0.045699	89.476	11.625	88.319	0.000	40.301	0.000
15	0.045206	89.990	0.514	88.319	0.000	40.301	0.000

Lancio n°3:

n. Modo	Periodo (sec.)	Tot. X %	Parz. X %	Tot. Y %	Parz. Y %	Tot. Z %	Parz. Z %
1	0.18976	0.000	0.000	0.000	0.000	29.654	29.654
2	0.14895	0.000	0.000	0.000	0.000	44.391	14.737
3	0.11347	58.099	58.099	6.687	6.687	44.391	0.000
4	0.10383	64.760	6.661	87.264	80.577	44.391	0.000
5	0.074326	77.028	12.268	88.447	1.183	44.391	0.000
6	0.066644	77.157	0.129	88.447	0.000	44.391	0.000
7	0.066488	77.157	0.000	88.447	0.000	44.391	0.000
8	0.066486	77.157	0.000	88.447	0.000	44.391	0.000
9	0.065088	78.160	1.003	88.473	0.026	44.391	0.000
10	0.058669	78.442	0.283	88.473	0.000	44.391	0.000
11	0.058439	78.442	0.000	88.473	0.000	44.391	0.000
12	0.058436	78.442	0.000	88.473	0.000	44.391	0.000
13	0.057476	78.700	0.257	88.473	0.000	44.391	0.000
14	0.047463	78.725	0.026	88.473	0.000	44.416	0.026
15	0.044478	89.810	11.085	88.524	0.051	44.416	0.000

Lancio n°4:

n. Modo	Periodo (sec.)	Tot. X %	Parz. X %	Tot. Y %	Parz. Y %	Tot. Z %	Parz. Z %
1	0.19211	0.000	0.000	0.000	0.000	29.551	29.551
2	0.15078	0.000	0.000	0.000	0.000	44.416	14.865

n. Modo	Periodo (sec.)	Tot. X %	Parz. X %	Tot. Y %	Parz. Y %	Tot. Z %	Parz. Z %
3	0.11291	58.047	58.047	7.176	7.176	44.416	0.000
4	0.10372	65.069	7.021	87.264	80.088	44.416	0.000
5	0.073372	77.079	12.011	88.370	1.106	44.416	0.000
6	0.065782	77.182	0.103	88.370	0.000	44.416	0.000
7	0.065628	77.182	0.000	88.370	0.000	44.416	0.000
8	0.065626	77.182	0.000	88.370	0.000	44.416	0.000
9	0.064277	78.134	0.952	88.396	0.026	44.416	0.000
10	0.057692	78.417	0.283	88.396	0.000	44.416	0.000
11	0.057458	78.417	0.000	88.396	0.000	44.416	0.000
12	0.057456	78.417	0.000	88.396	0.000	44.416	0.000
13	0.056558	78.648	0.231	88.396	0.000	44.416	0.000
14	0.046778	78.674	0.026	88.396	0.000	44.442	0.026
15	0.044265	89.630	10.956	88.447	0.051	44.442	0.000

1.i “criteri di verifica agli stati limite indagati, in presenza di azione sismica:

- stati limite ultimi, in termini di resistenza, di duttilità e di capacità di deformazione,
- stati limite di esercizio, in termini di resistenza e di contenimento del danno agli elementi non strutturali”

Nell’ambito di verifica degli elementi strutturali, si sono effettuate verifiche allo stato limite ultimo in termini di resistenza alle azioni orizzontali e verticali di progetto definite nei paragrafi precedenti di tutti gli elementi finiti che costituiscono il modello di calcolo.

Si è utilizzato un fattore di comportamento $q=1$ e si è considerata la struttura NON dissipativa.

Per quanto concerne le verifiche agli stati limite di esercizio, si sono verificate le deformazioni degli elementi strutturali soggette alla ombinazione di azioni caratteristica:

- SLV: per quanto concerne le verifiche tensionali degli elementi;
- SLO: per quanto concerne gli spostamenti delle membrature in funzione della compatibilità con le strutture secondarie in termini di operatività, limitando lo spostamento relativo di interpiano in modo tale: $qdr < 2/3 \times 0.005h$ (7.3.6.1 delle NTC 2018).

1.j “rappresentazione delle configurazioni deformate e delle caratteristiche di sollecitazione delle strutture più significative, così come emergenti dai risultati dell’analisi, sintesi delle verifiche di sicurezza, e giudizio motivato di accettabilità dei risultati”

Per quanto riguarda le deformate si riportano quelle più significative.

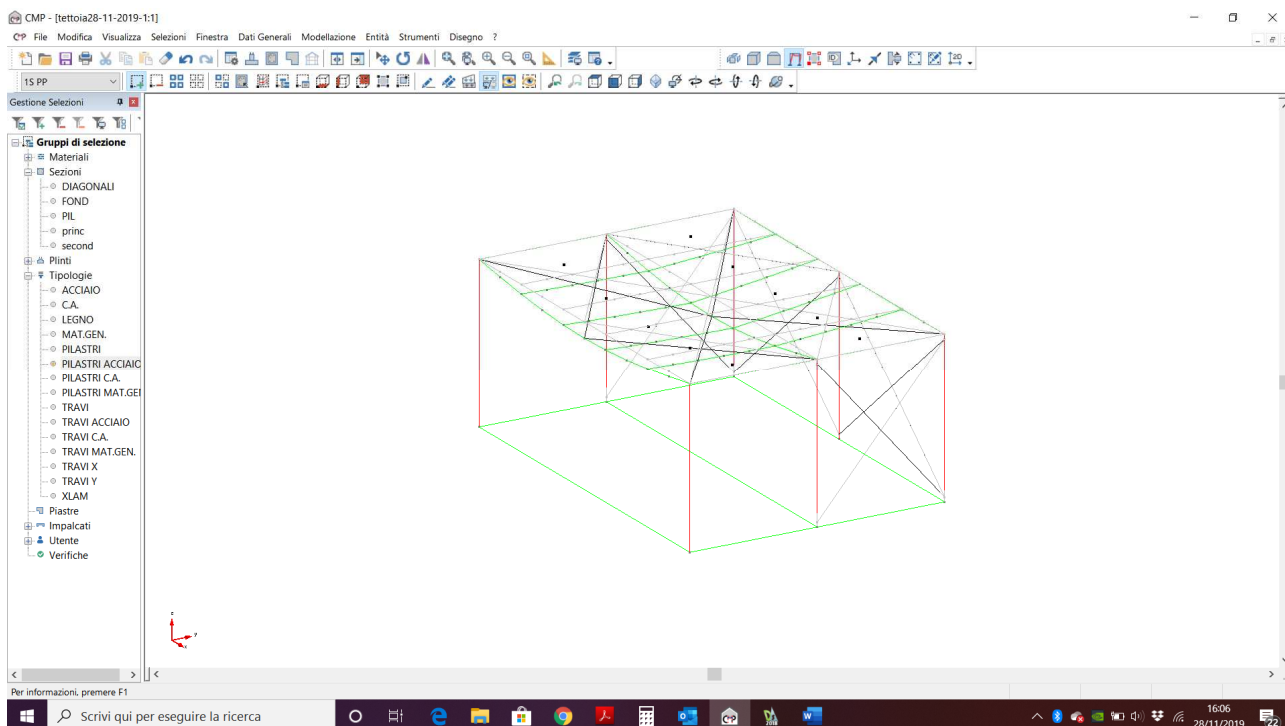


Fig. 1.j.1 – Deformata della struttura soggetta ai pesi propri

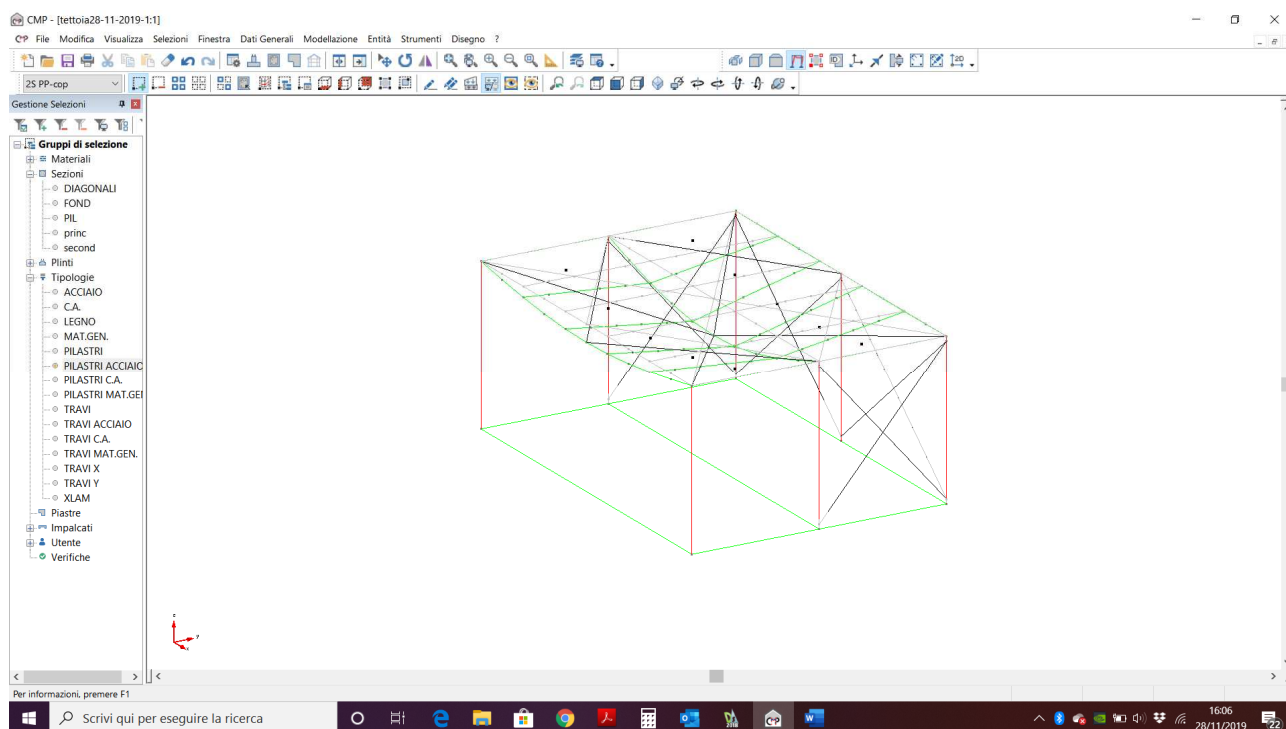


Fig. 1.j.2 – Deformata della struttura soggetta al peso proprio del solaio

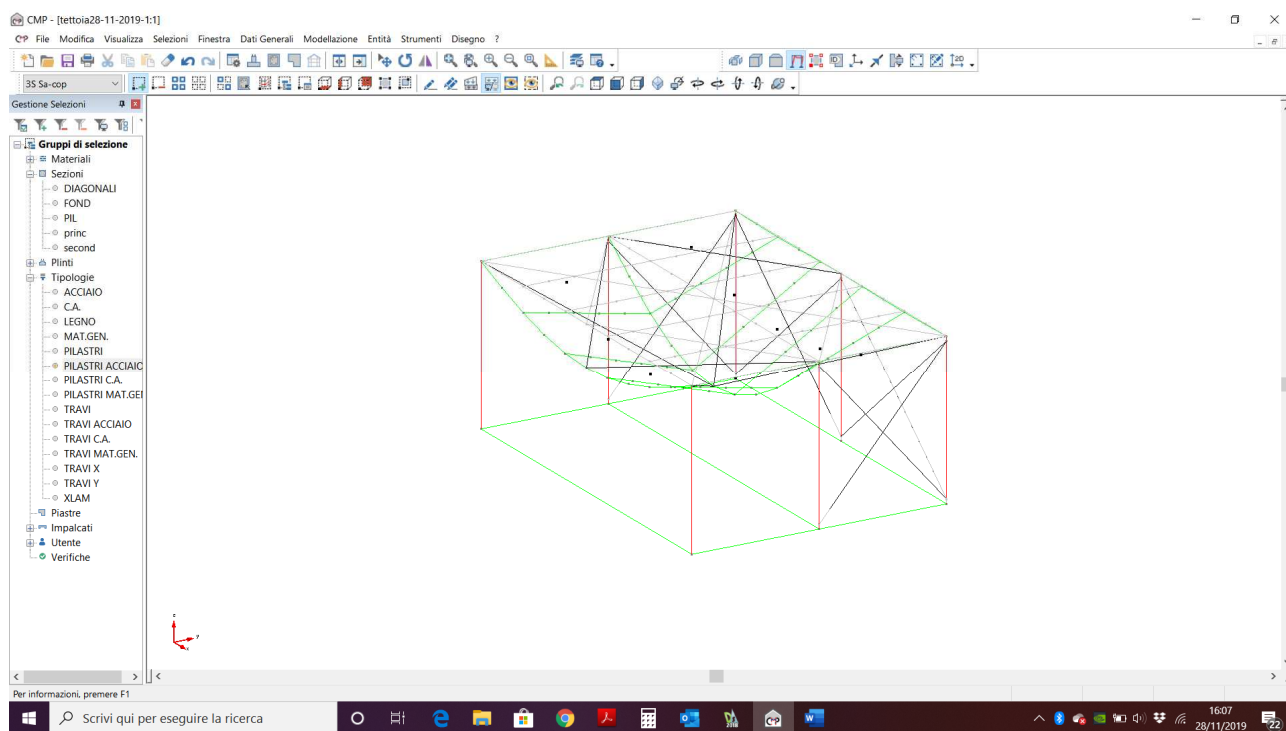


Fig. 1.j.3 – Deformata della struttura soggetta alla neve

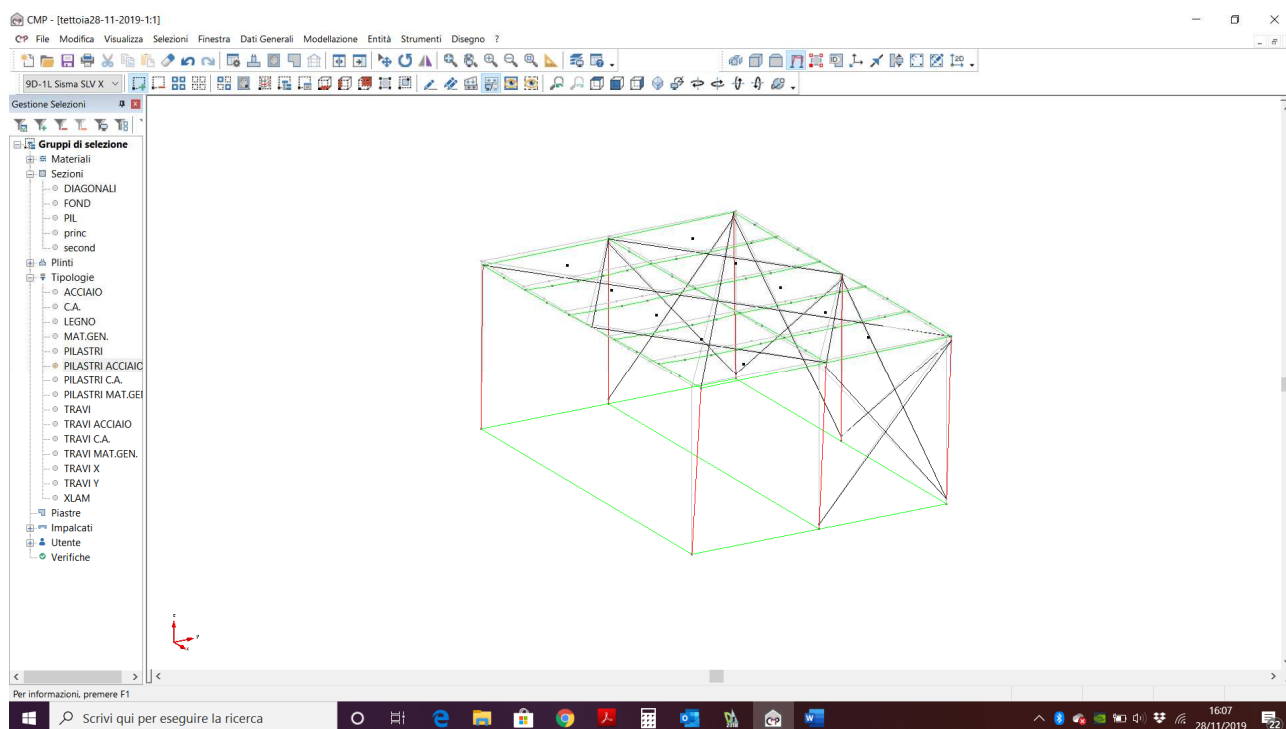


Fig. 1.j.4 – Deformata della struttura soggetta al sisma X

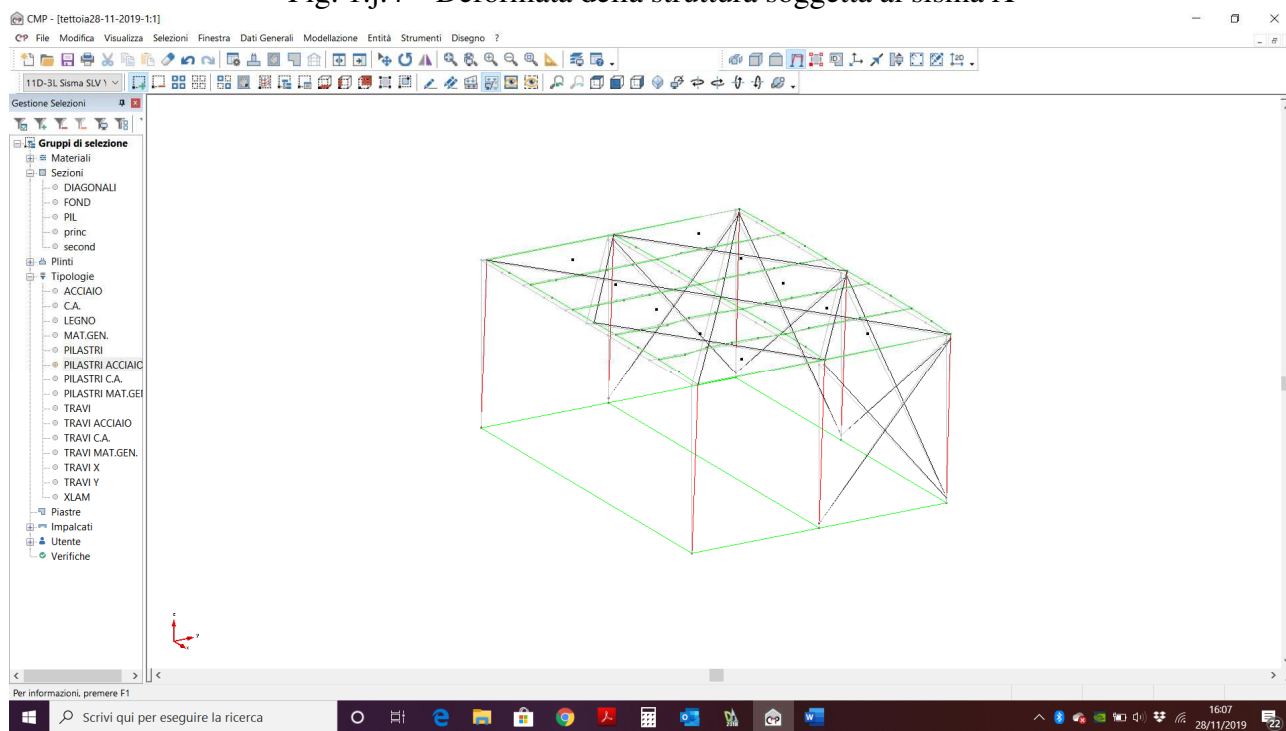


Fig. 1.j.5 – Deformata della struttura soggetta al sisma Y

Di seguito si riportano le massime sollecitazioni per lo stato limite SLV.



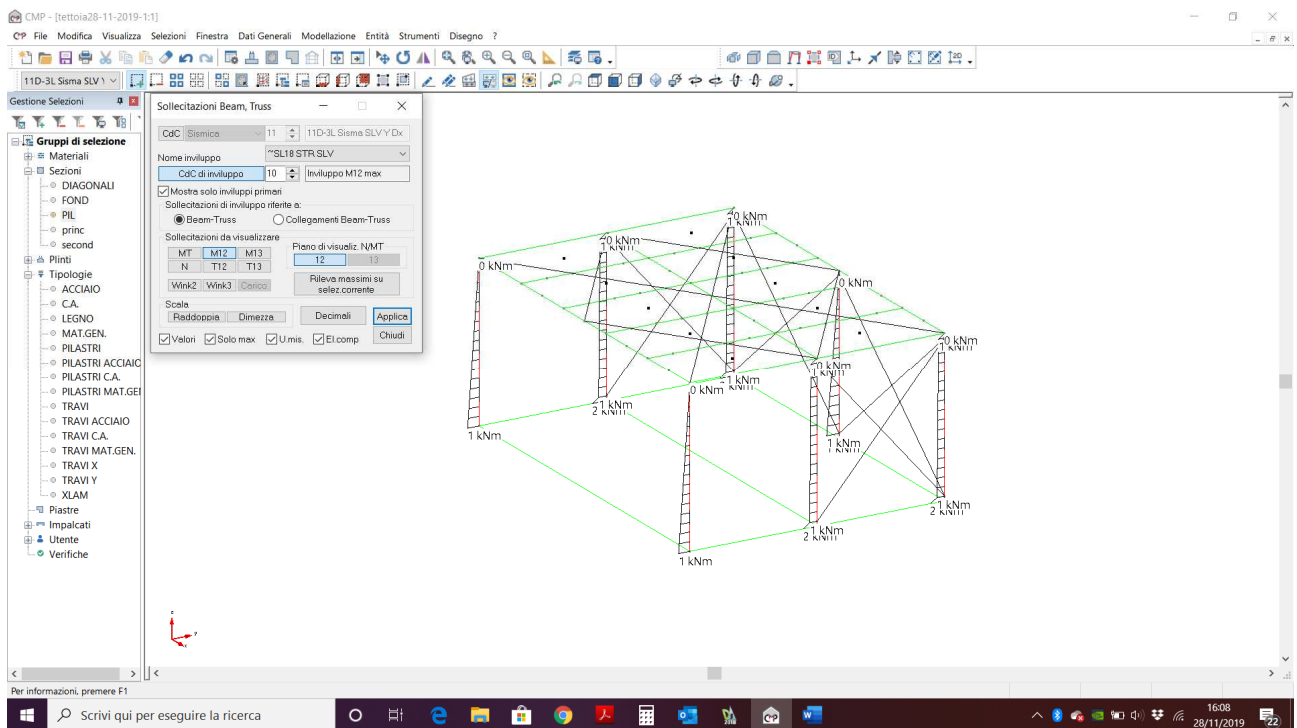


Fig. 1.j.8 – Involuppo SLV PILASTRI – M12 [kNm]

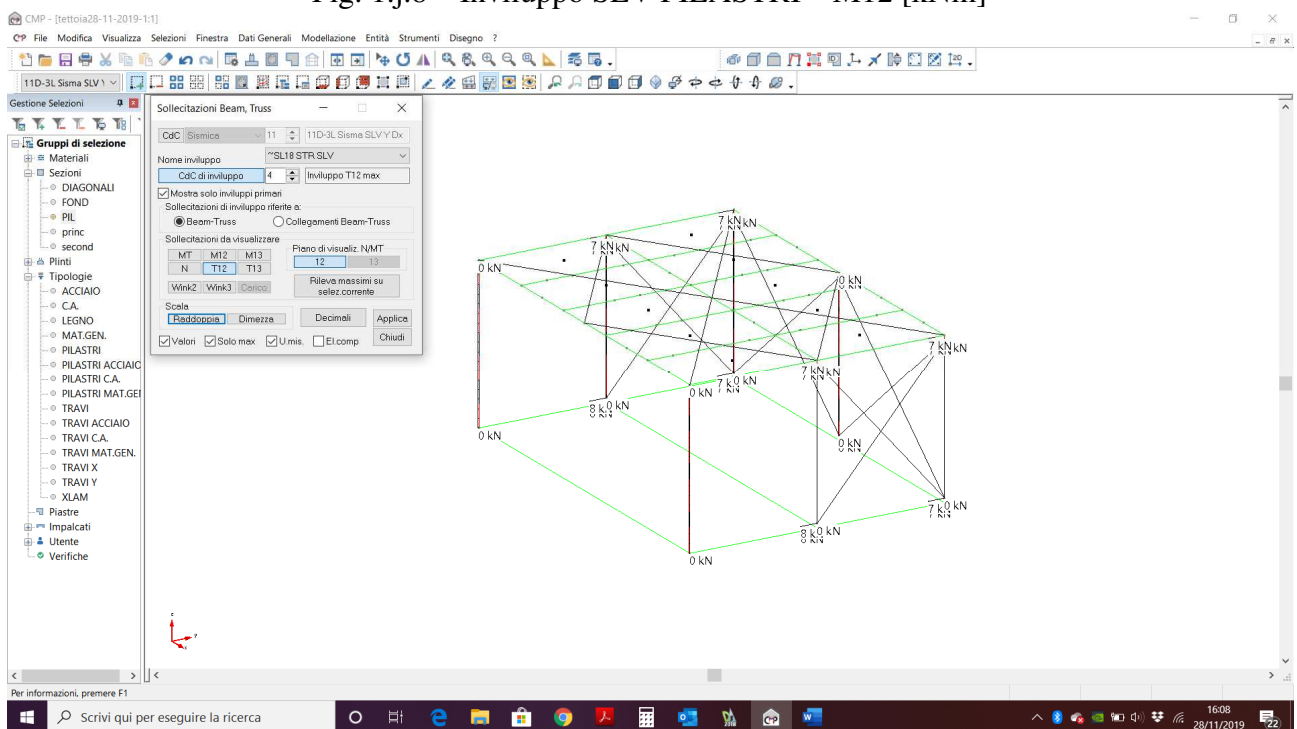


Fig. 1.j.9 – Involuppo SLV PILASTRI – T12 [kN]

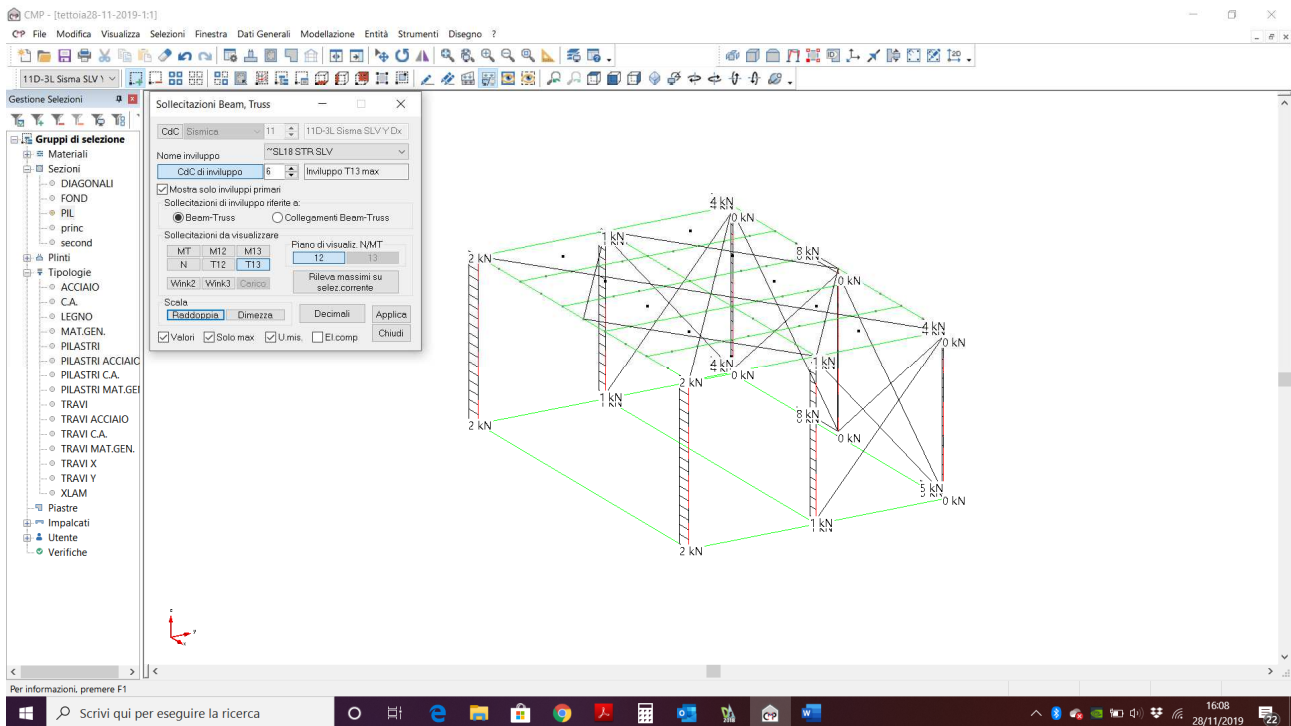


Fig. 1.j.10 – Involuppo SLV PILASTRI- T13 [kN]

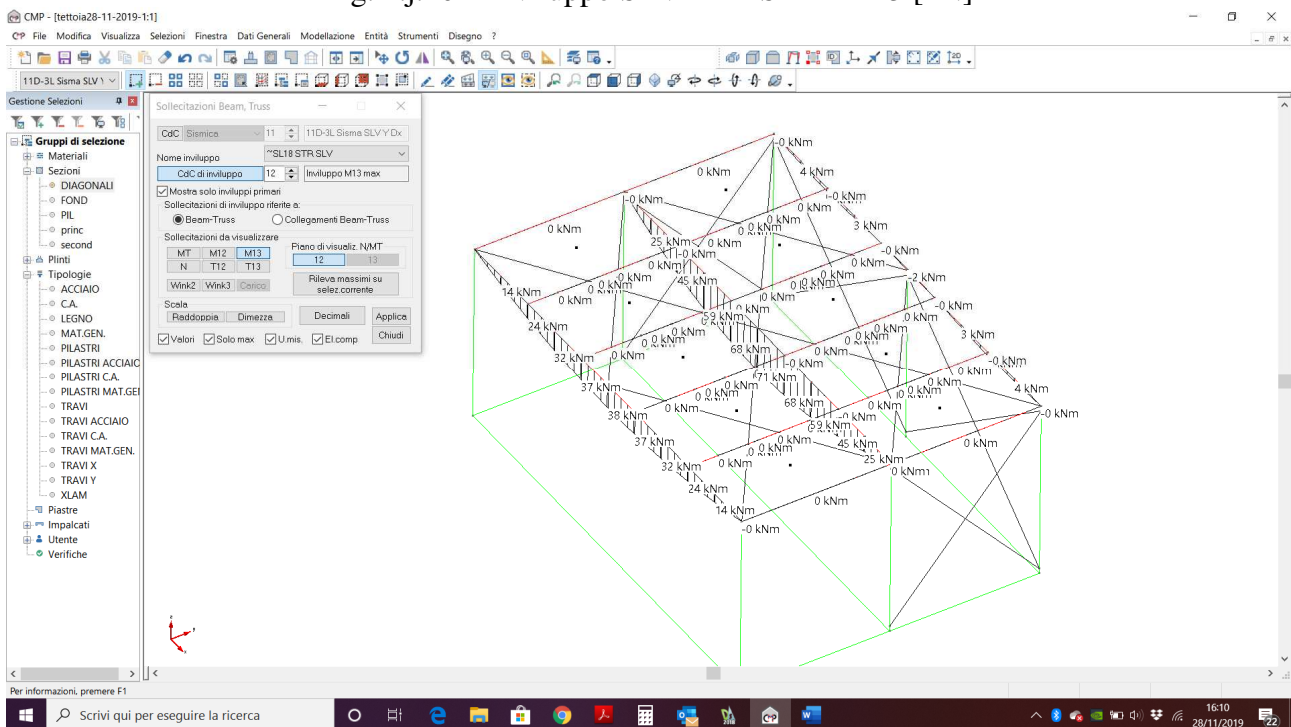


Fig. 1.j.11 – Involuppo SLV TRAVI COPERTURA – M13 [kNm]

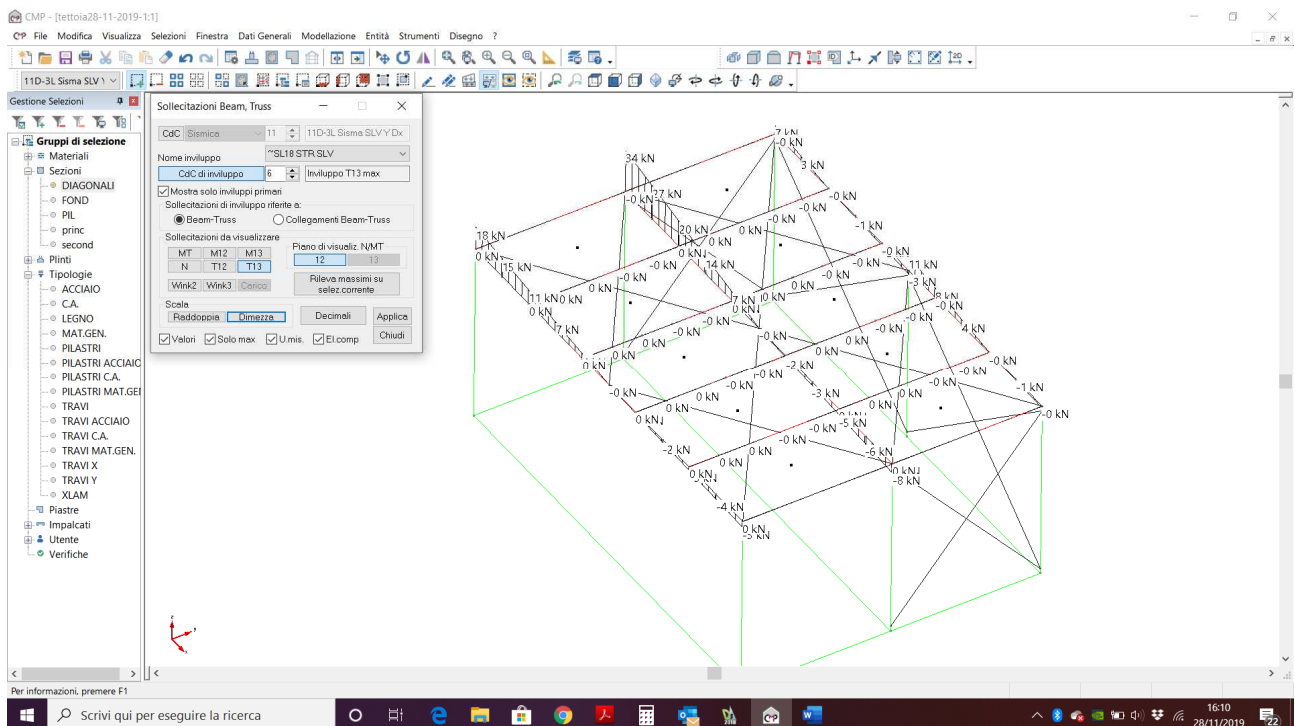


Fig. 1.j.12 – Involuppo SLV TRAVI COPERTURA – T13 [kN]

Per quanto riguarda le verifiche si riportano quelle maggiormente significative. Si fa riferimento agli stati limite ultimi:

- Verifiche SLV-STR
 - Verifiche a presso-flessione: travi acciaio;
 - Verifiche a flessione: travi fond;
 - Verifiche a presso-flessione: pilastri acciaio;
 - Verifiche a taglio: travi in c.a.;
 - Verifiche instabilità: travi e pilastri acciaio;

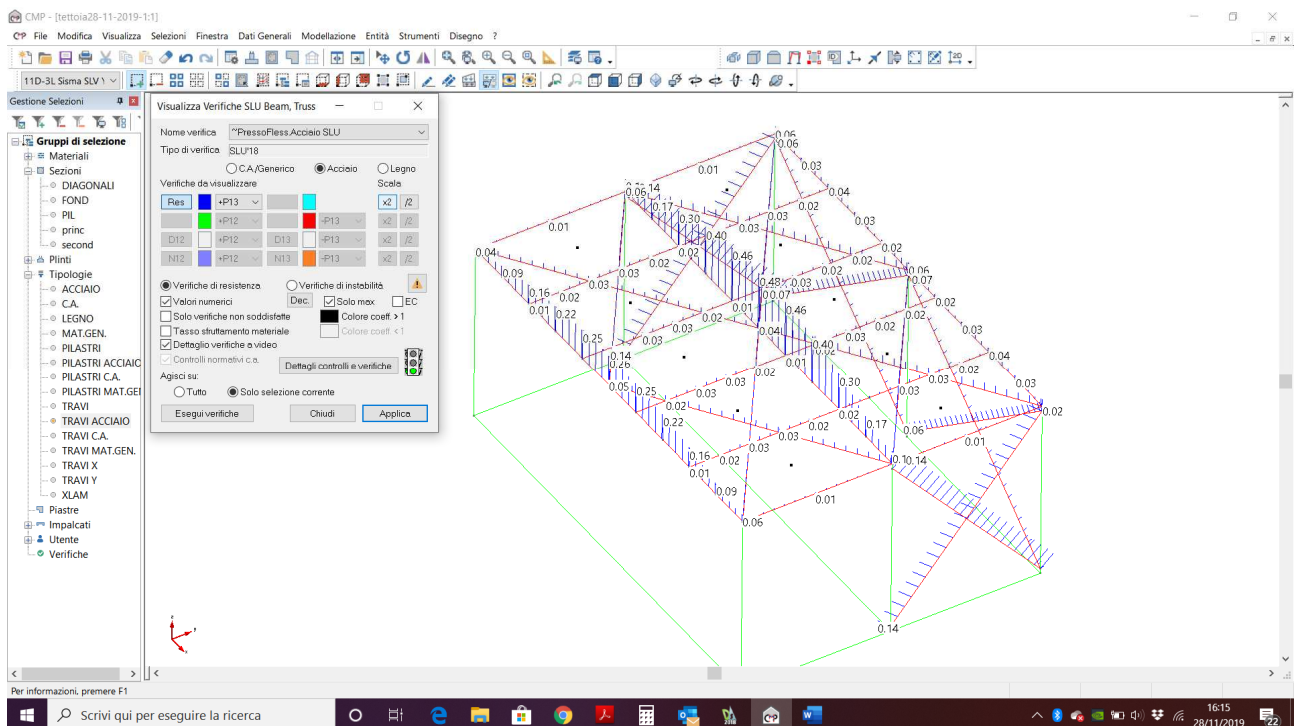


Fig. 1.j.13 – Verifiche SLV: presso-flessione travi in acciaio – Verifiche soddisfatte coeff. <1

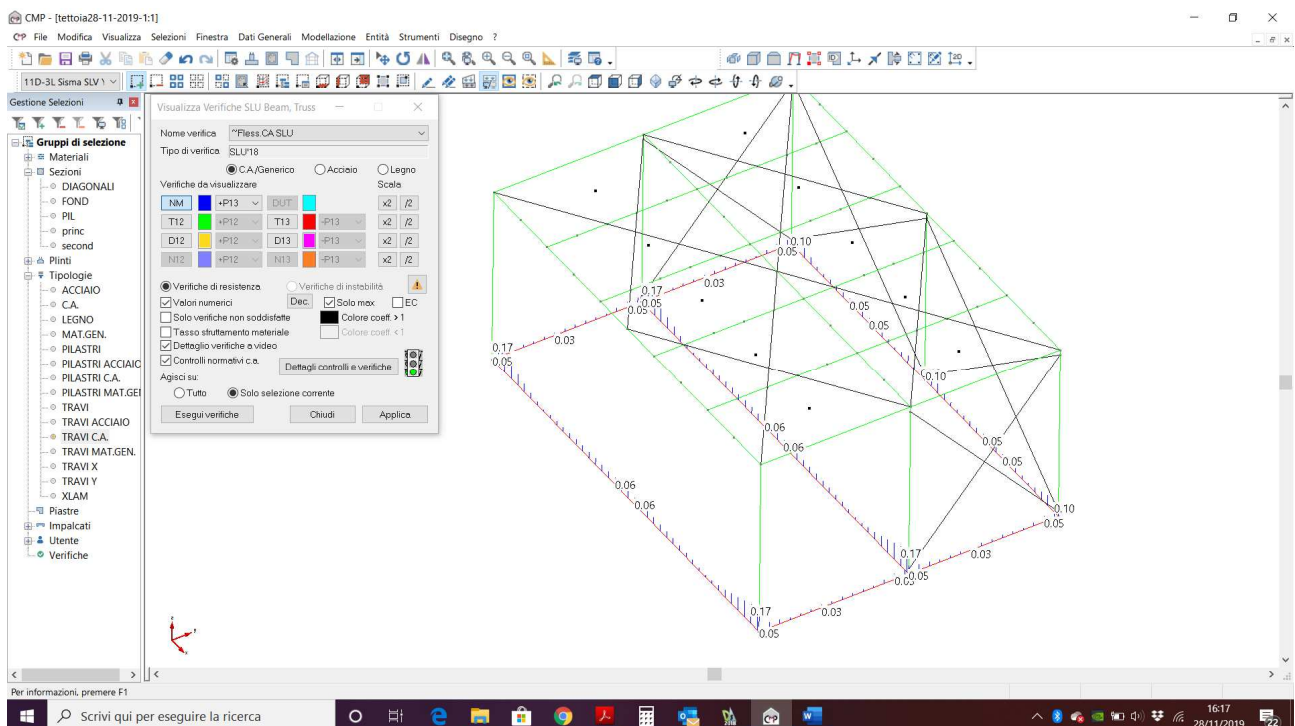


Fig. 1.j.14 – Verifiche SLV: flessione travi in c.a. – Verifiche soddisfatte coeff. <1

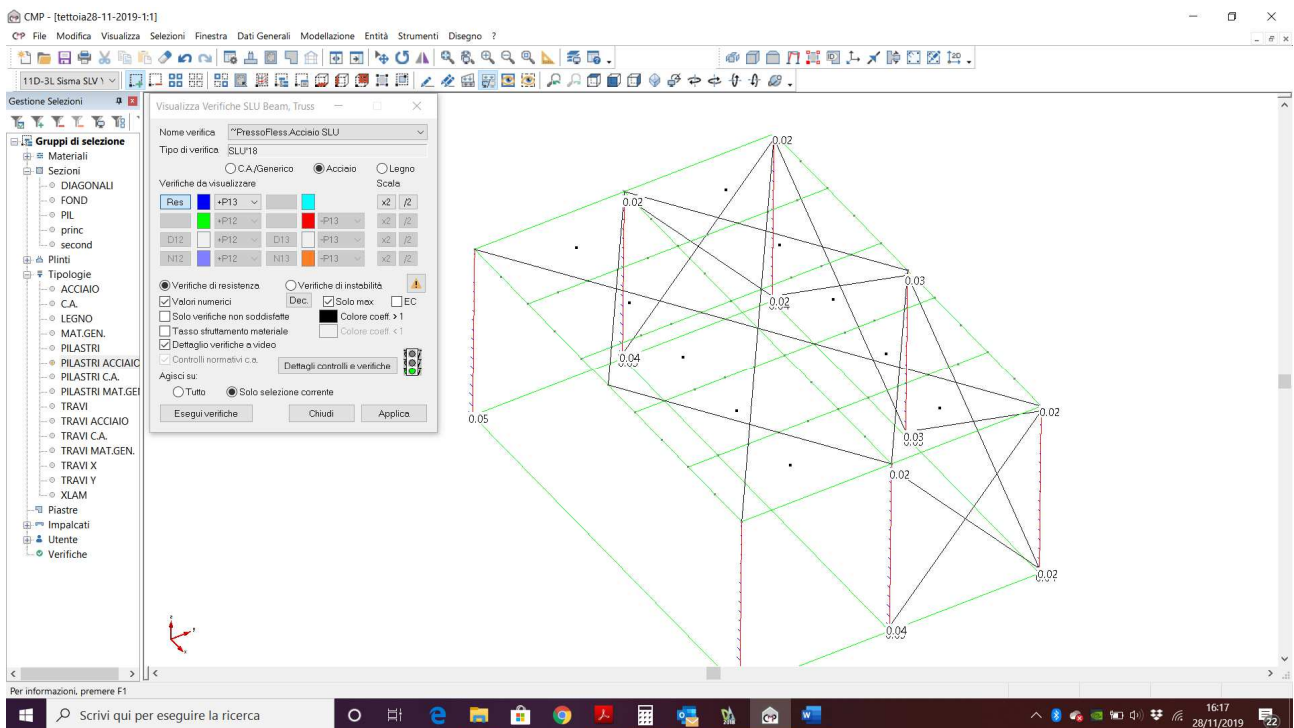


Fig. 1.j.15 – Verifiche SLV: presso-flessione pilastri in acciaio – Verifiche soddisfatte coeff. <1

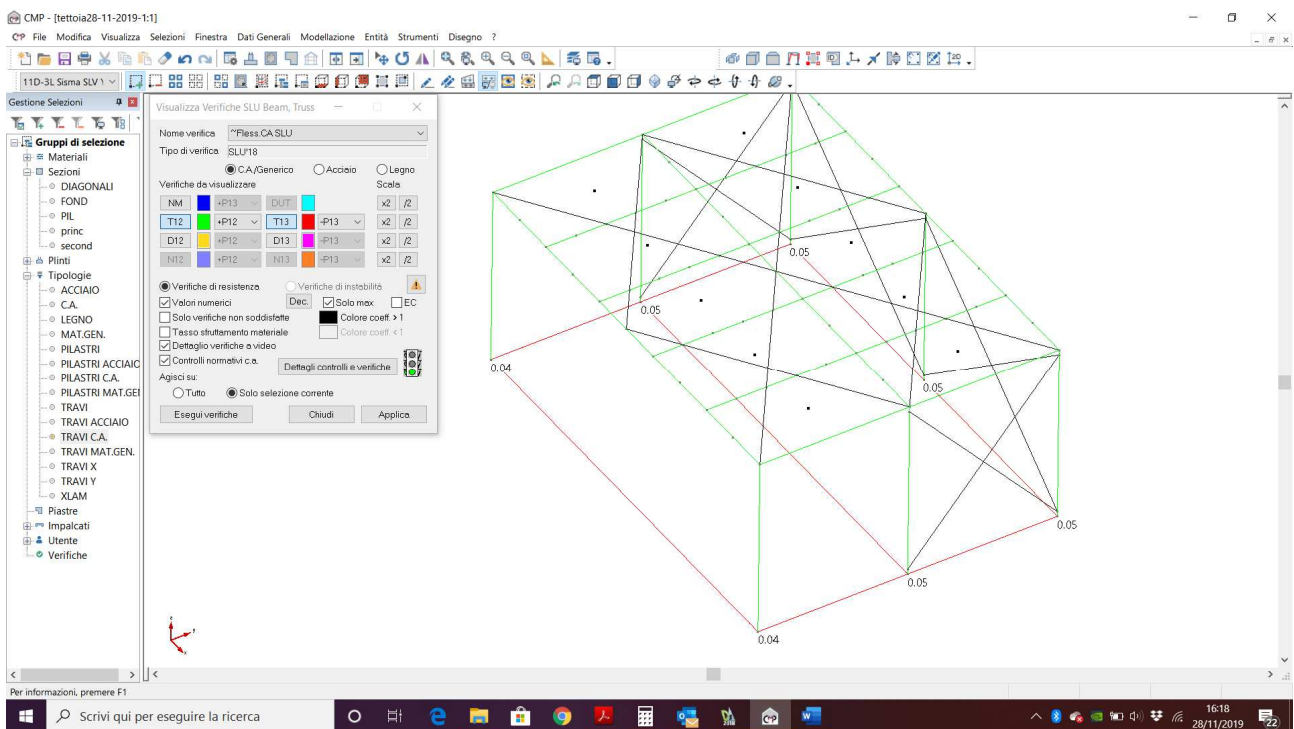


Fig. 1.j.16 – Verifiche SLV: a taglio travi in c.a – Verifiche soddisfatte coeff. <1

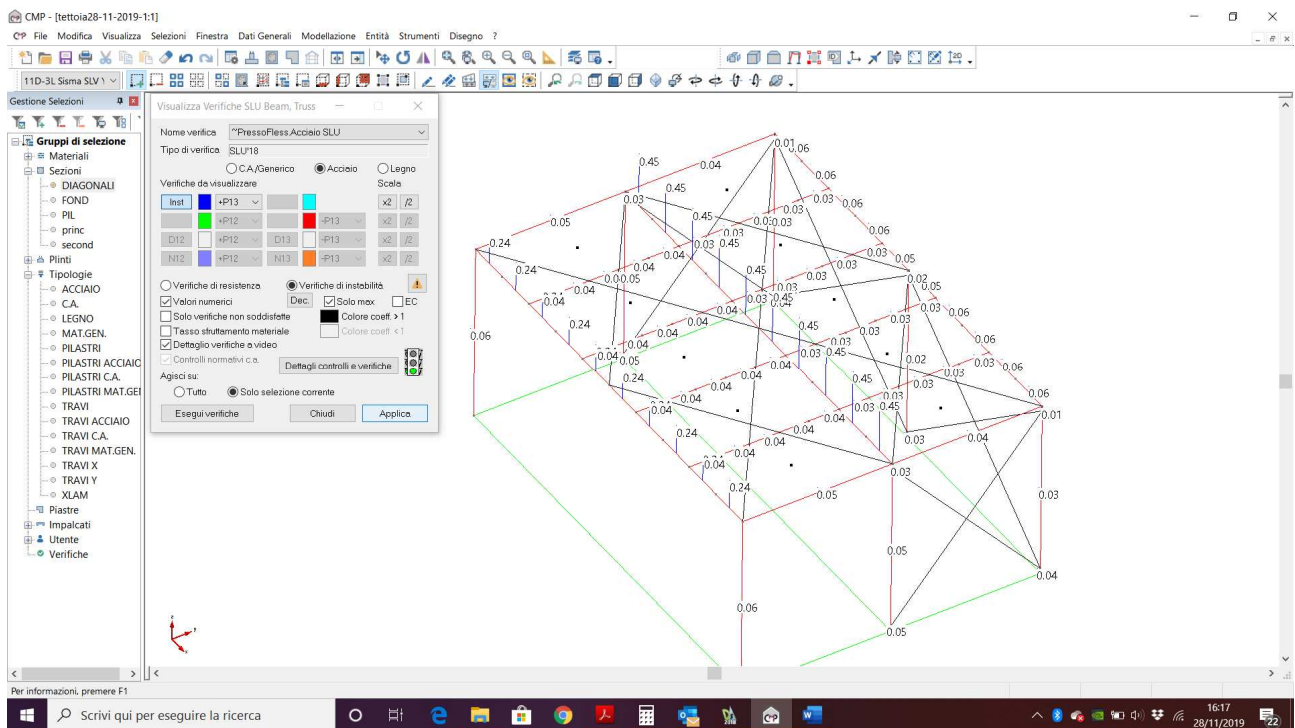


Fig. 1.j.17 – Verifiche SLV: instabilità travi e pilastri in acciaio – Verifiche soddisfatte coeff. <1

Si fa riferimento agli stati limite di esercizio statiche:

- SLE freq travi in c.a.: fessurazione;
- SLE qperm travi in c.a.: fessurazione;
- SLE qperm travi in c.a.: resistenza;
- SLE caratteristica travi in c.a.: resistenza;
- SLE caratteristica travi in acciaio: deformazione.

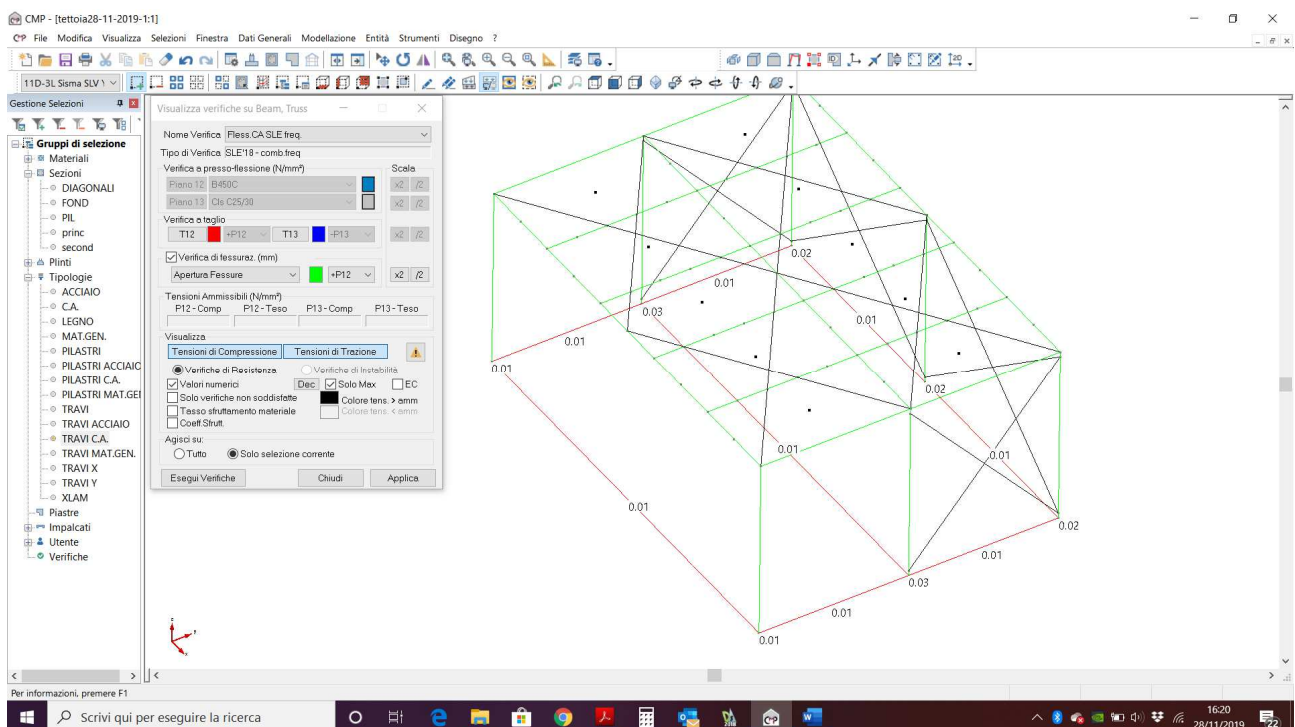


Fig. 1.j.18 – Verifica travi in c.a. – SLE freq fessurazione verificata se $w < 0.4\text{mm}$

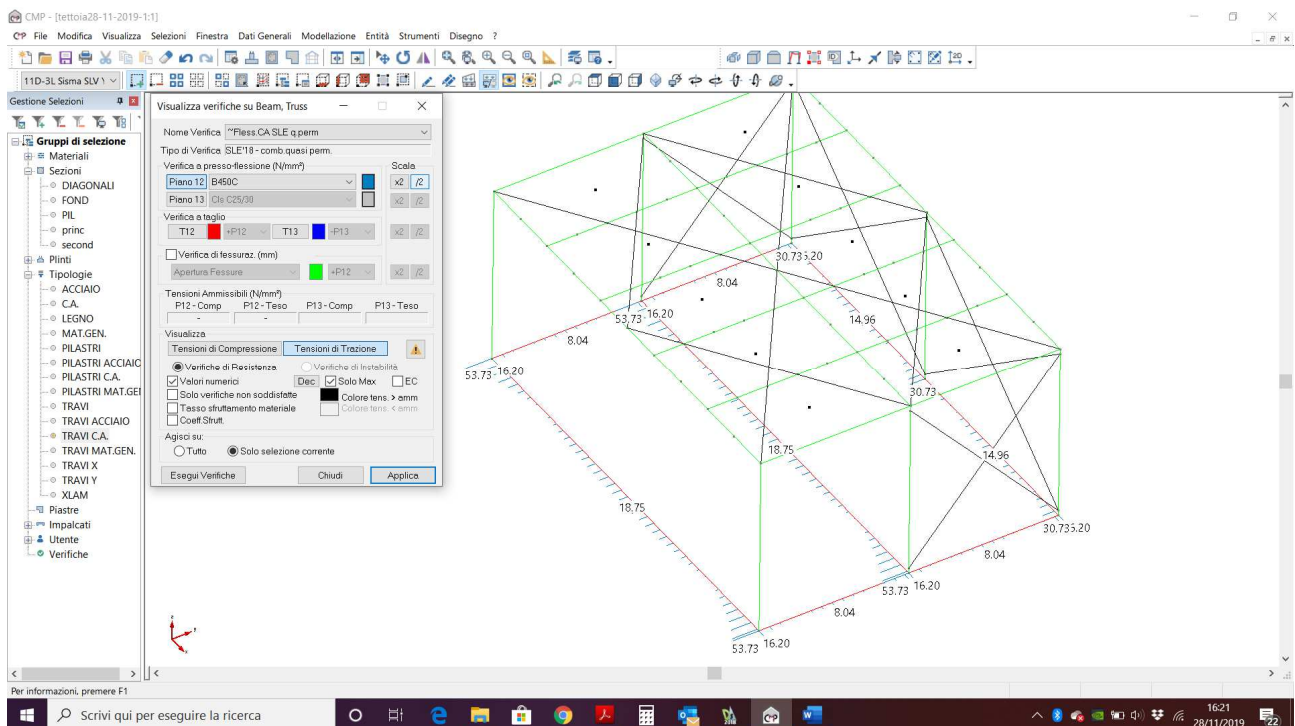


Fig. 1.j.19 – Verifica travi in c.a. – SLE qperm resistenza trazione acciaio verificata se < 360MPa

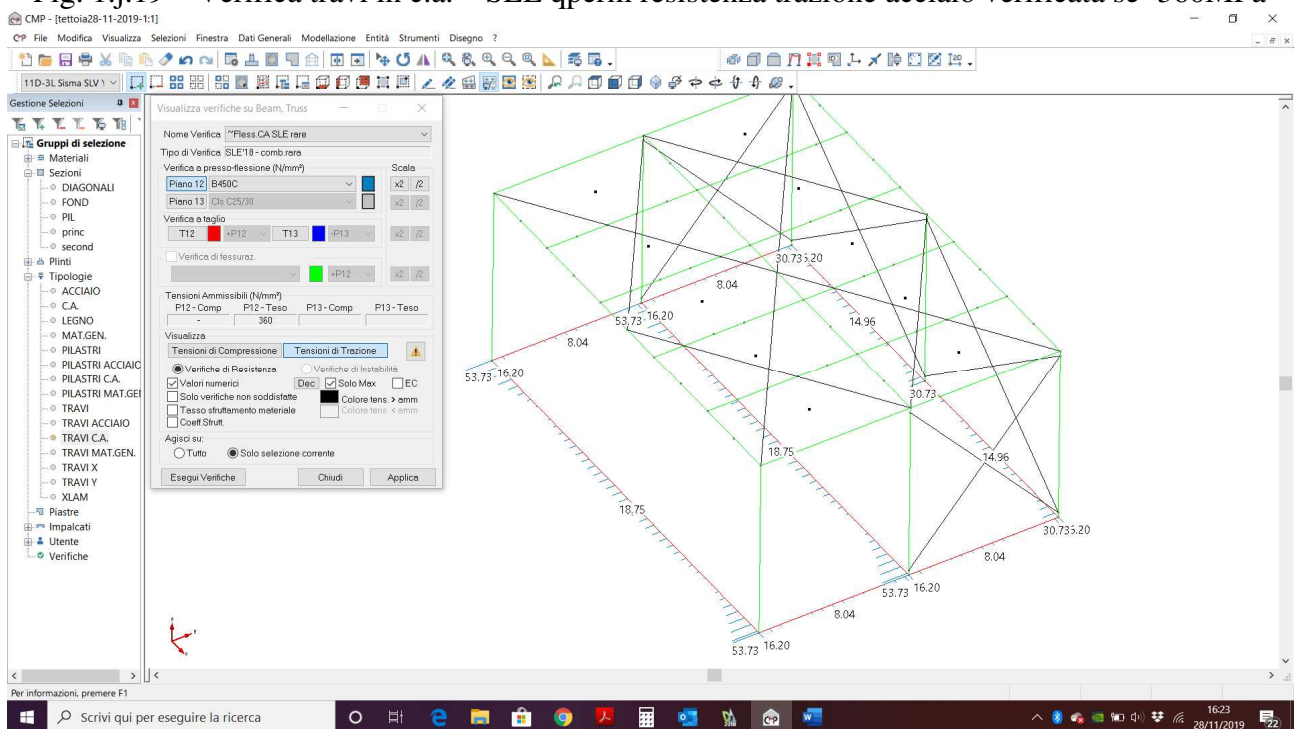


Fig. 1.j.20 – Verifica travi in c.a. – SLE rara resistenza trazione acciaio verificata se < 360MPa

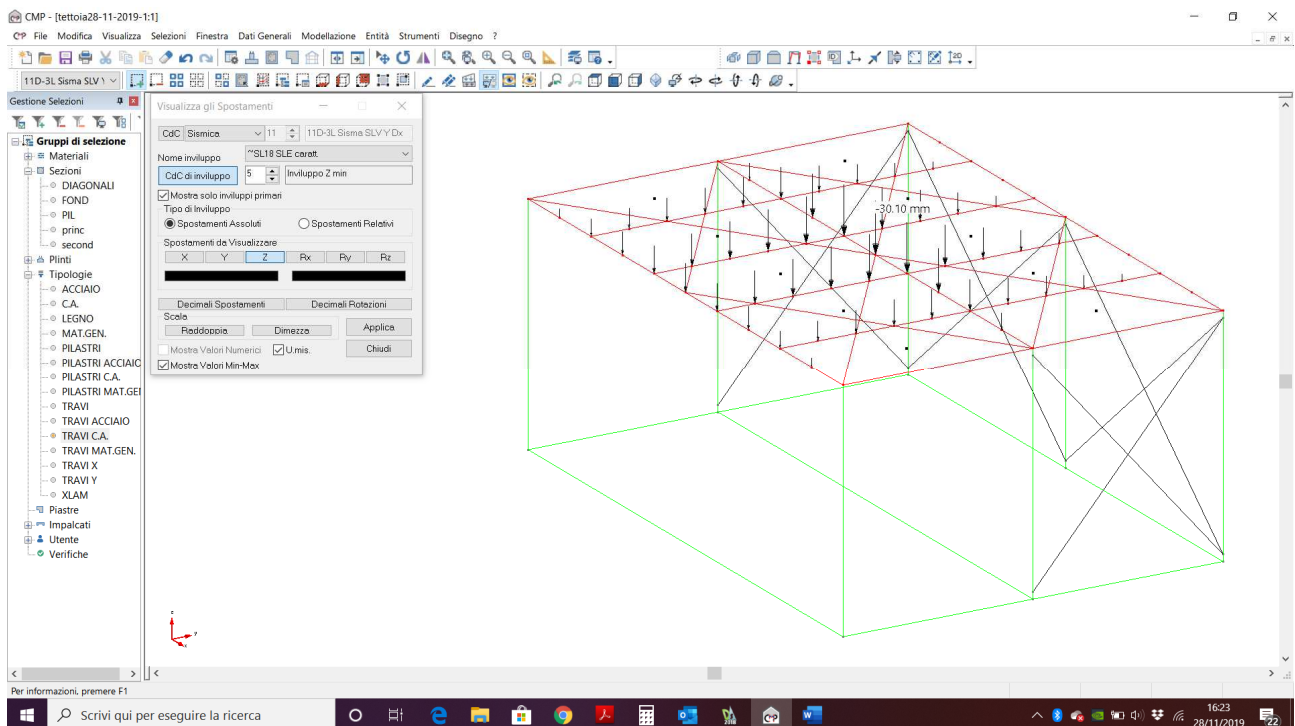


Fig. 1.j.21– Verifica travi in acciaio – SLE rara $f_{adm}=8250/250=33\text{mm}$

Si riportano inoltre le verifiche sul controllo degli spostamenti di interpiano per la combinazione sismica SLO.

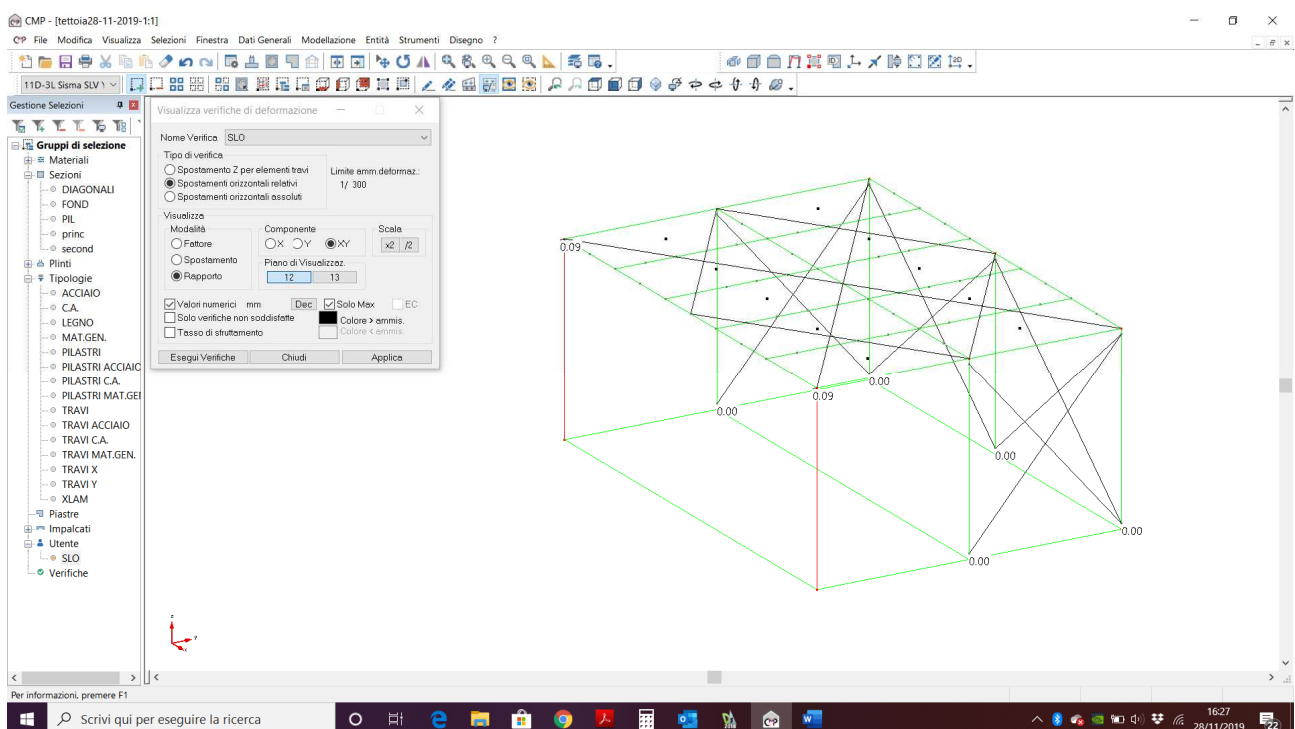


Fig. 1.j.24 - Verifiche spostamento di interpiano INV. SLO - Verifiche soddisfatte coeff. <1

I risultati ottenuti dalla realizzazione del modello ad elementi finiti predisposto sono stati analizzati e confrontati con quelli ottenuti da controlli e calcoli eseguiti con metodi tradizionali semplificati

utilizzati in fase di predimensionamento dei vari elementi strutturali. In particolare l'attendibilità dei risultati ottenuti è confermata anche da controlli e verifiche incrociate effettuate sia in fase preliminare che in fase di analisi dei dati ottenuti dall'elaborazione numerica.

A questo proposito si ritiene opportuno segnalare che si sono effettuati:

- controlli sui carichi applicati in automatico dal programma di calcolo per effetto dei pesi propri strutturali e dei carichi assegnati (valutati per area d'influenza);
- predimensionamento con verifiche e controlli sempre utilizzando il metodo semiprobabilistico e ricorso a formule "storiche" di calcolo di comprovata validità;

Alla luce di tali considerazioni, consapevoli delle scelte effettuate in fase di modellazione ed alla luce delle disposizioni indicate all'interno della Normativa Tecnica attualmente vigente, si ritiene ragionevole affermare l'attendibilità e la completezza dei risultati ottenuti in relazione anche all'importanza dell'opera in progetto.

Qualora tuttavia, in corso d'opera, dovessero manifestarsi delle situazioni difformi rispetto a quanto fino ad ora ipotizzato, tali da modificare il comportamento globale del complesso e/o locale di alcuni elementi strutturali, sarà opportuno procedere alla esecuzione di ulteriori controlli e/o verifiche allo scopo di evitare l'abbassamento del livello di sicurezza della costruzione.

Di seguito si riporta il calcolo del taglio di piano ottenuto dal software, dove:

- L'asse 1 è parallelo a Z globale (verticale)
- L'asse 2 è parallelo a X globale (parallelo al lato lungo della tettoia)
- L'asse 3 è parallelo a Y (perpendicolare al lato lungo della tettoia)

Nella seguente tabella si riassumono i dati ricavati dal software per un taglio di piano alla base dei pilastri (quindi non rientrano i pesi propri della fondazione).

CDC	F1(kN)	F2(kN)	F3(kN)	M1(kNm)	M2(kNm)
1S PP	-31.2686	-2.91E-14	4.77E-10	1.97E-09	-97.0985
2S PP-cop	-23.7188	5.82E-14	-5.25E-09	-2.16E-08	-68.1914
3S Sa-cop	-56.925	-1.84E-17	4.77E-10	1.97E-09	-163.659
9D-1L Sisma SLV X Dx	0	21.2551	-4.57E-16	-17.3742	1.10E-16
10D-2L Sisma SLV X Sx	0	19.2277	-1.79E-15	-21.5303	1.02E-16
11D-3L Sisma SLV Y Dx	-0.740725	-3.18117	25.1715	130.038	-92.1674
12D-4L Sisma SLV Y Sx	-0.753087	3.17488	25.1493	77.2634	-92.1553

Facendo la somma delle caselle evidenziate in verde si ottiene il totale di carichi verticali: 111.9kN

La massa in direzione X: vale 21.25kN (casella gialla).

Nella seguente tabella si riporta un riassunto delle verifiche manuali.

Il totale dei carichi verticali, vale 109.96kN del tutto coerente con i risultati del software.

La massa sismica in direzione X ottenuta dai calcoli manuali, vale: 23.52kN, anche in questo caso confrontabile con il valore del software.

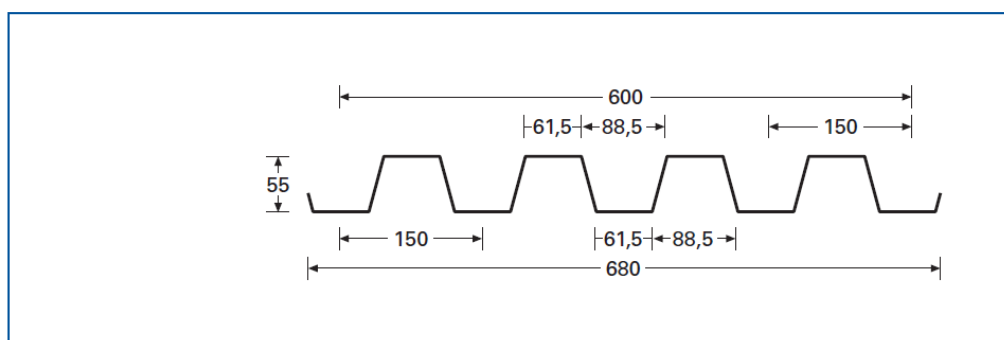
PESO SOLAIO			Area [mq]		
PP	0	kN/mq	47.4375	0	[kN]
SP	0.5	kN/mq	47.4375	23.71875	[kN]
SA	1.2	kN/mq	47.4375	56.925	[kN]
	kg/m				

PP hea220	50.5	49.25		24.87125	kN
PP ipe140	12.9	34.5		4.4505	kN
TOTALE				109.9655	kN
S(T)	0.44352				
Massa Y	23.52452				

LAMIERA GRECATA

Il manto di copertura sarà realizzato con lamiera A55/P600 spessore 0.7mm.

TIPO A 55/P 600
TYPE A 55/P600



Caratteristiche della lamiera - Properties of the trapezoidal sheets - Caracteristiques du profil - Blecheigenschaften

	Spessore - Thickness - Epaisseur - Stärke					
	mm	0,60	0,70	0,80	1,00	1,20
Peso - Weight - Poids - Gewicht	kg/m	4,71	5,50	6,28	7,85	9,42
Peso - Weight - Poids - Gewicht	kg/m ²	7,85	9,16	10,47	13,08	15,70
Compressione sup. - Top compression						
J _f	cm ⁴ /m	39,12	45,98	54,90	73,46	92,57
W _i	cm ³ /m	17,13	20,48	23,88	30,76	37,72
W _s	cm ³ /m	11,11	13,89	16,85	23,27	30,19
Compressione inf. - Bottom compression						
W _i	cm ³ /m	12,72	16,00	19,53	27,14	35,25
W _s	cm ³ /m	14,95	17,87	20,83	26,81	32,82

File: ES R.01.t

Sia le pressioni di interfaccia terreno-fondazione che le verifiche strutturali delle fondazioni sono stati fatti considerando un incremento delle azioni derivanti dalla sovrastruttura di un coefficiente di 1.1 come previsto al §7.2.5 del DM 17/01/2018.

Nella relazione sulle fondazioni sono riportate nel dettaglio le verifiche GEO valutate secondo l'approccio 2, comb. GEO (A1+M1+R3)

In Fig. 1.1.1 sono riportati i cedimenti SLE, del tutto compatibili con quanto riportato nella relazione del geologo dott. Beretti.

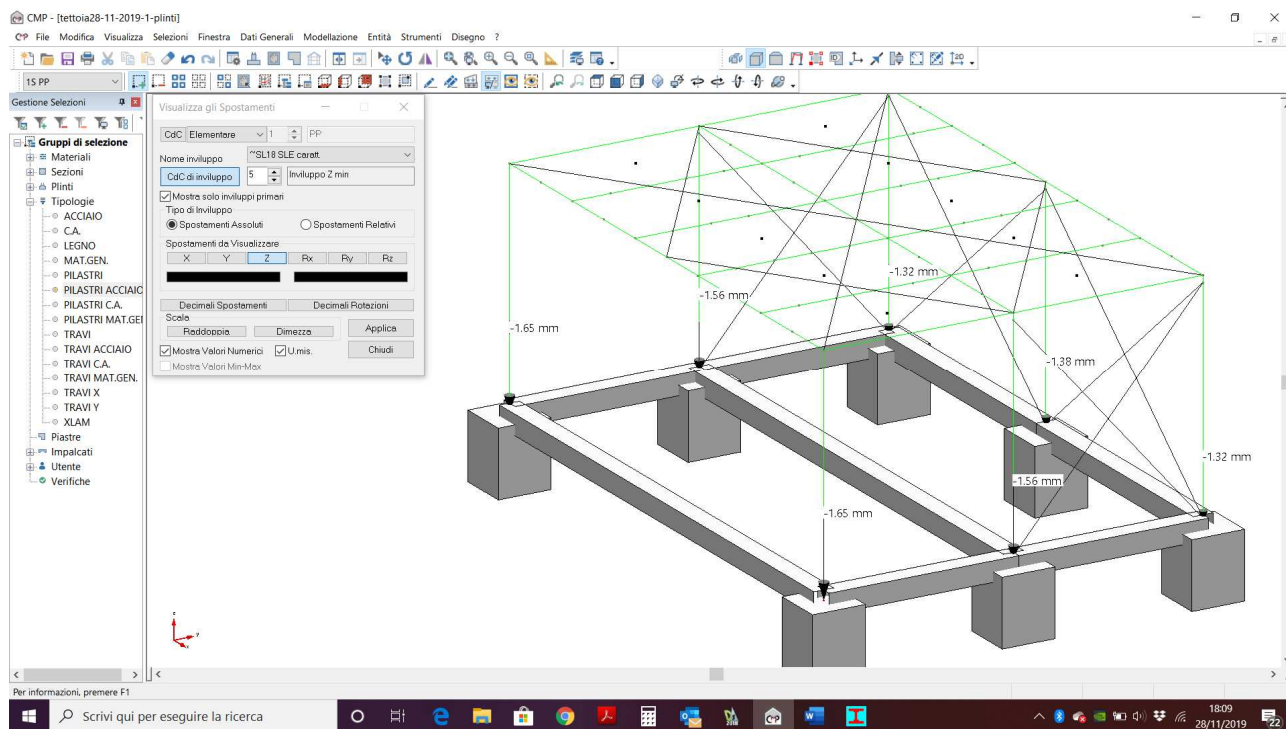


Fig. 1.1.1 – Verifiche SLErara: cedimenti [mm]

2. RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

2.1 Premessa

Nei seguenti paragrafi verranno riportate nel dettaglio tutti i dati significativi derivanti dal modello di calcolo inerenti le azioni e le verifiche sugli elementi del modello di calcolo.

2.2 Descrizione generale dell'opera e criteri generali di progettazione, analisi e verifica

Oggetto della presente relazione sono le opere relative all'intervento di nuova costruzione di una tettoia in acciaio con fondazioni dirette in c.a. da utilizzare come copertura per i mezzi della protezione civile.

Il manufatto è formato dal solo piano terra.

La struttura è a travi e pilastri in acciaio. Il solaio di copertura è realizzato con lamiera HI BOND.

La fondazione è realizzata con plinti in c.a. collegati da cordoli in c.a. gettati in opera.

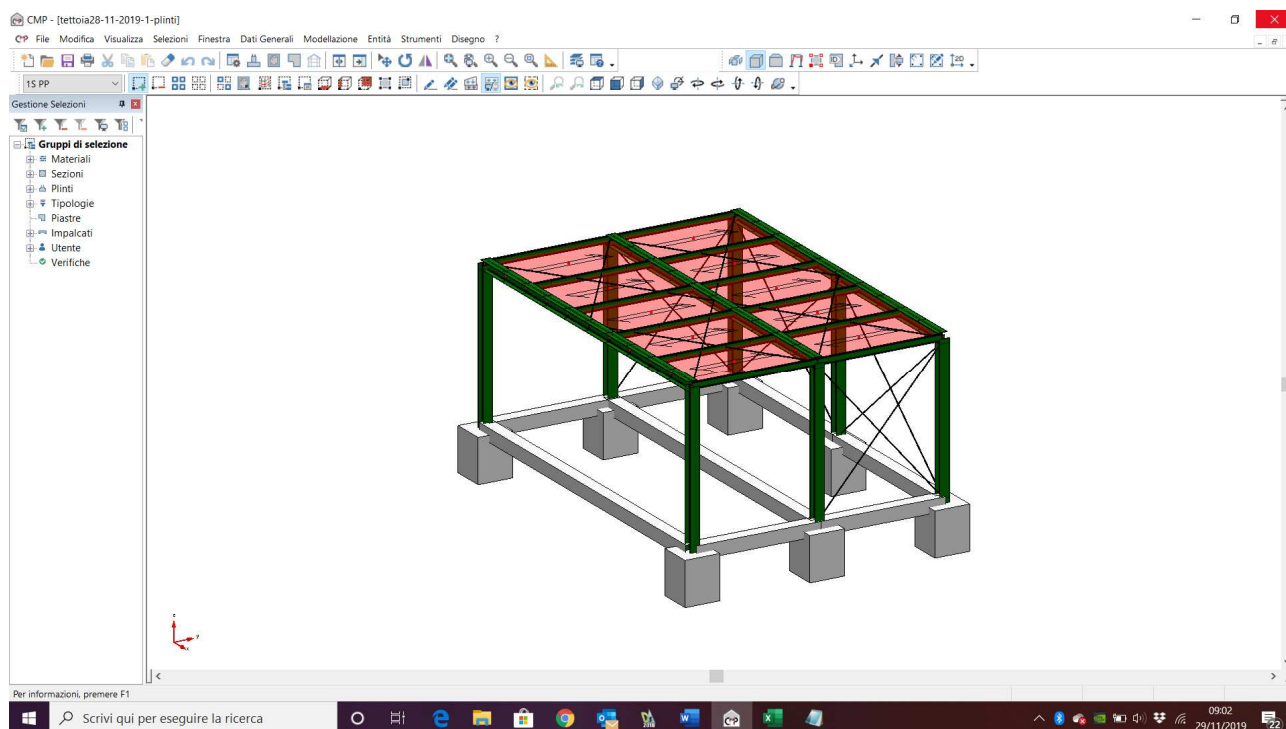


Fig. 2.2.1 - Modello 3D della struttura

2.3 Quadro normativo di riferimento adottato

Per quanto concerne il quadro Normativo di Riferimento, si faccia riferimento al paragrafo 1.c Normativa tecnica e riferimenti tecnici utilizzati riportato nella illustrazione sintetica.

2.4 Azioni di progetto sulle costruzioni

Per quanto concerne le azioni di progetto agenti sulla struttura si faccia riferimento al paragrafo 1.d della presente relazione in cui sono esplicitati tutti i dati di input per il calcolo delle azioni (sia verticali che orizzontali) agenti sul modello di calcolo.

2.5 Fattore di comportamento, regolarità e deformabilità

Il calcolo del fattore di struttura utilizzati per gli edifici sono riportati nel paragrafo 1.f.

Per la valutazione della regolarità strutturale in pianta degli edifici si fa riferimento a quanto specificato nelle NTC 2018.

2.6 Modello numerico

La modellazione strutturale del manufatto è stata fatta utilizzando un software agli elementi finiti tridimensionale come già descritto al capitolo 1.

Per tutti i dati relativi ai modelli di calcolo (descrizione: nodi, beam, shell, carichi, ...) si rimanda al CD contenente i tabulati di calcolo.

INTRODUZIONE

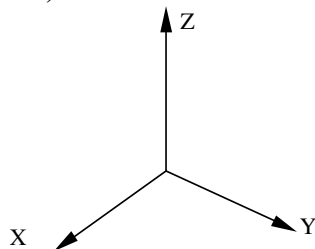
Sistemi di riferimento

Il Sistema di Riferimento Globale XYZ è una Terna destrorsa cartesiana con l'asse Z verticale rivolto verso l'alto.

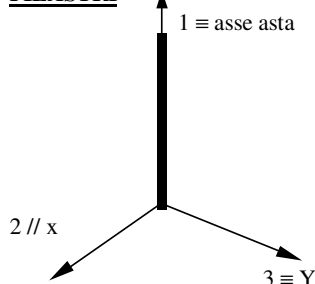
Il Sistema di Riferimento Locale 123 degli Elementi tipo Beam è una Terna destrorsa Cartesiana con asse 1 avente la direzione dell'elemento, asse 2 definibile dall'utente e asse 3 avente la direzione che completa la terna.

Il Sistema di Riferimento Locale 123 predefinito degli Elementi tipo Shell è una Terna destrorsa cartesiana con origine nel baricentro dell'Elemento, asse 1 avente la direzione della normale, asse 2

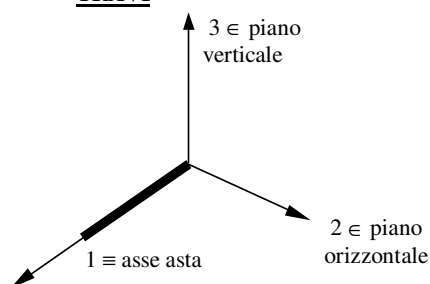
avente la direzione della congiungente i punti medi dei due lati N2-N3 e N1-N4 (N1,N2,N3,N4 sono i nodi che definiscono l'elemento) e asse 3 avente la direzione che completa la terna.



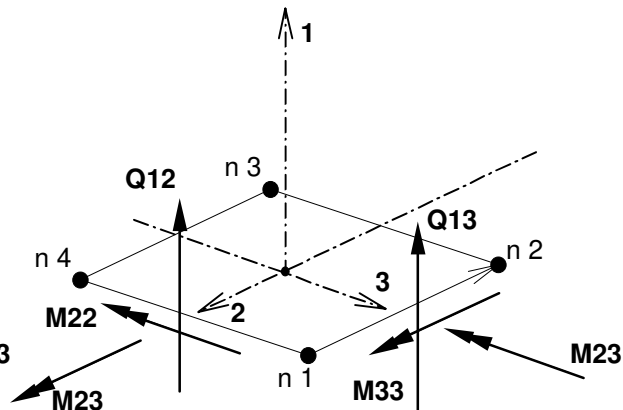
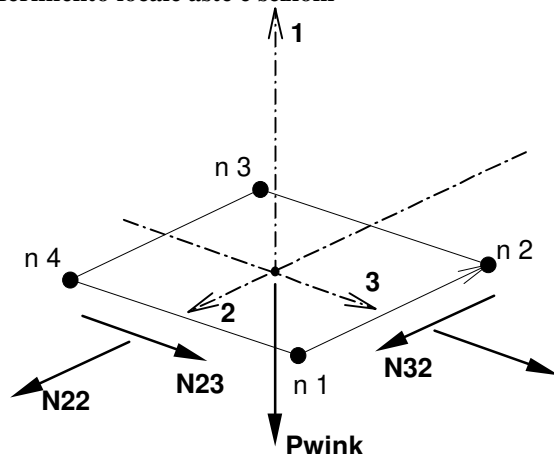
PILASTRI



TRAVI



Riferimento locale aste e sezioni



Convenzioni di segno - sollecitazioni Shell

Modellazione

La Modellazione Numerica della struttura, la rielaborazione dei risultati dell'analisi agli Elementi Finiti, la progettazione-verifica degli elementi strutturali sono state condotte utilizzando il programma CMP realizzato da Namirial S.p.A - Senigallia (AN). Il solutore ad elementi finiti utilizzato è **XFINEST della Ce.A.S. di Milano**.

Normativa

Per la progettazione e verifica degli elementi strutturali è stata utilizzata la seguente normativa:

Normativa italiana D.M. 17/01/2018

Classe d'Uso: 4

Vita Nominale: 50 anni

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Di seguito vengono elencati i materiali usati nel modello:

Dati generali

ID = numero identificativo del materiale

E = modulo di Elasticità

ν = coefficiente di Poisson

G = modulo di Elasticità Tangenziale

Ps = peso specifico

α = coefficiente di Dilatazione Termica

f_{yk} = tensione caratteristica di snervamento

f_u = resistenza ultima a trazione

ε_{ud} = deformazione ultima

$\gamma_{M,c}$ = coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per compressione

$\gamma_{M,t}$ = coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per trazione

γ_M = coeff. parziale materiale per resistenza a SLU

$\gamma_{M,ecce}$ = coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per situazioni eccezionali

Dati specifici per calcestruzzo

R_{ck} = resistenza caratteristica cubica di compressione del calcestruzzo

f_{ck} = resistenza caratteristica cilindrica di compressione del calcestruzzo

f_{ctk} = resistenza caratteristica di trazione del calcestruzzo

f_{ctm} = resistenza media di trazione del calcestruzzo

$f_{te,eff}$ = resistenza media di trazione efficace del calcestruzzo al momento in cui si suppone l'insorgere delle prime fessure

γ_c = coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per compressione del calcestruzzo

α_{cc} = coefficiente riduttivo per le resistenze a compressione di lunga durata

α_{ct} = coefficiente riduttivo per le resistenze a trazione di lunga durata

$GrpEsig$ = gruppo di esigenza (livello di aggressività dell'ambiente) per le verifiche SLE; par.4.3.1.6 del DM 9/1/1996 (a = condizioni ambiente poco aggressivo, b = moderatamente aggressivo, c = molto aggressivo) oppure §

5.1.2.2.6.5 del DM 2005 o § 4.1.2.2.4.3 DM 2008 o § 4.1.2.2.4.2 DM 2018 (a = condizioni ambientali ordinarie, b = aggressive, c = molto aggressive). Per l'Eurocodice corrisponde alla classe di esposizione, prospetto 7.1N EN 1992-1-1:2005 (a = X0, XC1, b = XC2, XC3, XC4, c = XD1, XD2, XS1, XS2, XS3)

Dati specifici per acciaio da carpenteria

f_y = tensione di snervamento acciaio per spessori minori o uguali a 40mm

f_{y1} = tensione di snervamento acciaio per spessori maggiori di 40mm

$\gamma_{M0,c}$ = coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per compressione per acciaio da carpenteria (per il DM 14/09/2005 corrisponde a γ_M)

$\gamma_{M0,t}$ = coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per trazione per acciaio da carpenteria

γ_{M1} = coeff. parziale materiale per resistenza a SLU per acciaio da carpenteria per verifiche di instabilità (per il DM 14/09/2005 corrisponde a γ_M)

Dati specifici per legno strutturale

$Cl.Serv.$ = classe di servizio per materiali di tipo "legno strutturale"

$k_{mod,perm}$ = coefficiente di modificazione delle resistenze del legno strutturale in presenza di azioni permanenti

$k_{mod,lung}$ = coefficiente di modificazione delle resistenze del legno strutturale in presenza di azioni di lunga durata

$k_{mod,med}$ = coefficiente di modificazione delle resistenze del legno strutturale in presenza di azioni di media durata

$k_{mod,brev}$ = coefficiente di modificazione delle resistenze del legno strutturale in presenza di azioni di breve durata

$k_{mod,ist}$ = coefficiente di modificazione delle resistenze del legno strutturale in presenza di azioni istantanee

k_{def} = coefficiente per l'abbattimento delle caratteristiche di rigidità del legno strutturale per il calcolo delle deformazioni a lungo termine.

k_{cr} = coefficiente di fessurazione per la resistenza a taglio.

$f_{m,k}$ = resistenza caratteristica del legno strutturale a flessione.

$f_{t,0,k}$ = resistenza caratteristica del legno strutturale a trazione parallela alla fibratura.

$f_{t,90,k}$ = resistenza caratteristica del legno strutturale a trazione perpendicolare alla fibratura.

$f_{c,0,k}$ = resistenza caratteristica del legno strutturale a compressione parallela alla fibratura.

$f_{c,90,k}$ = resistenza caratteristica del legno strutturale a compressione perpendicolare alla fibratura.

$f_{v,k}$ = resistenza caratteristica del legno strutturale a taglio in direzione perpendicolare alla fibratura (cioè quello che agisce in un piano perpendicolare alla fibratura stessa).

$f_{v,r,k}$ = resistenza caratteristica del legno strutturale a taglio di rotolamento (cioè quello che determina lo scorrimento delle fibre rispetto a quelle adiacenti agendo in un piano parallelo alla direzione di fibratura, con direzione perpendicolare alla fibratura).

$f_{v,b,k}$ = resistenza caratteristica del legno strutturale a taglio da spacco (cioè quello che determina lo scorrimento delle fibre rispetto a quelle adiacenti agendo in un piano parallelo alla direzione di fibratura, con direzione parallela alla fibratura stessa).

$E_{0,k}$ = modulo elastico caratteristico del legno strutturale in direzione parallela alla fibratura.

$E_{90,k}$ = modulo elastico caratteristico del legno strutturale in direzione perpendicolare alla fibratura.

ρ_k = densità caratteristica del legno strutturale.

Dati specifici per pannelli di tavole di legno massiccio incrociato (XLam)

EA_2 = rigidità membranale dei pannelli XLam in direzione 2

EA_3 = rigidità membranale dei pannelli XLam in direzione 3

EJ_2 = rigidità flessionale dei pannelli XLam in direzione 2

EJ_3 = rigidezza flessionale dei pannelli XLam in direzione 3
 GA_{v12} = rigidezza dei pannelli XLam a taglio fuori piano sulla faccia perpendicolare alla direzione 2 (cioè quella associata all'azione interna Q12 degli elementi Shell).
 GA_{v13} = rigidezza dei pannelli XLam a taglio fuori piano sulla faccia perpendicolare alla direzione 3 (cioè quella associata all'azione interna Q13 degli elementi Shell).
 GA_{v23} = rigidezza dei pannelli XLam a taglio membranale (cioè quella associata all'azione interna N23 degli elementi Shell).

Nome Materiale: S 355

ID = 30

Proprietà reologiche:

$E = 2.1e+005 \text{ N/mm}^2$

$\rho_s = 78.5 \text{ kN/m}^3$

$\nu = 0.300$

$\alpha = 1.2e-005 \text{ 1/}^\circ\text{C}$

$G = 80769 \text{ N/mm}^2$

Parametri di verifica:

Tipologia del Materiale: Acciaio da Carpenteria

$f_y = 355 \text{ N/mm}^2$

$f_u = 510 \text{ N/mm}^2$

$f_{yk} = 355 \text{ N/mm}^2$

Valori di progetto

$\gamma_{M0,c} = 1.05$

$f_{cd} = 338.1 \text{ N/mm}^2$

$\gamma_{M0,t} = 1.05$

$f_{ctd} = 338.1 \text{ N/mm}^2$

$\gamma_{M1} = 1.05$

$\gamma_{M,ecc} = 1$

Nome Materiale: S 275

ID = 29

Proprietà reologiche:

$E = 2.1e+005 \text{ N/mm}^2$

$\rho_s = 78.5 \text{ kN/m}^3$

$\nu = 0.300$

$\alpha = 1.2e-005 \text{ 1/}^\circ\text{C}$

$G = 80769 \text{ N/mm}^2$

Parametri di verifica:

Tipologia del Materiale: Acciaio da Carpenteria

$f_y = 275 \text{ N/mm}^2$

$f_u = 430 \text{ N/mm}^2$

$f_{yk} = 255 \text{ N/mm}^2$

Valori di progetto

$\gamma_{M0,c} = 1.05$

$f_{cd} = 261.9 \text{ N/mm}^2$

$\gamma_{M0,t} = 1.05$

$f_{ctd} = 261.9 \text{ N/mm}^2$

$\gamma_{M1} = 1.05$

$\gamma_{M,ecc} = 1$

Nome Materiale: B450C

ID = 26

Proprietà reologiche:

$E = 2e+005 \text{ N/mm}^2$

$\rho_s = 78.5 \text{ kN/m}^3$

$\nu = 0.300$

$\alpha = 1.2e-005 \text{ 1/}^\circ\text{C}$

$G = 76923 \text{ N/mm}^2$

Parametri di verifica:

Tipologia del Materiale: Acciaio per Armature

$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$

Tipo Armatura = armatura poco sensibile

$\gamma_{M,c} = 1.15$

Valori di progetto

$\gamma_{M,t} = 1.15$

$f_{cd} = 391.3 \text{ N/mm}^2$

$\gamma_{M,ecc} = 1$

$f_{ctd} = 391.3 \text{ N/mm}^2$

$f_u = 540 \text{ N/mm}^2$

$\epsilon_{ud} = 0.0675$

Aderenza Migliorata = Si

Nome Materiale: Cls C25/30

ID = 18

Proprietà reologiche:

$E = 31476 \text{ N/mm}^2$

$\rho_s = 25 \text{ kN/m}^3$

$\nu = 0.200$

$\alpha = 1e-005 \text{ 1/}^\circ\text{C}$

$G = 13115 \text{ N/mm}^2$

Parametri di verifica:

Tipologia del Materiale: Calcestruzzo

$\gamma_{M,c} = 1.5$

$\gamma_{M,t} = 1.5$

$\gamma_{M, ecc} = 1$
 $R_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
 $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$
 $f_{ctk} = 1.7955 \text{ N/mm}^2$
 $f_{ctm} = 2.565 \text{ N/mm}^2$

$\alpha_{cc} = 0.85$
 $\alpha_{ct} = 1$
 $GrpEsig = a$
Valori di progetto
 $f_{cd} = 14.167 \text{ N/mm}^2$
 $f_{ctd} = 1.197 \text{ N/mm}^2$

Parametri per verifiche di fessurazione:

Per le verifiche di formazione delle fessure il moltiplicatore di f_{ctm} è: 1/0;

Per le verifiche di apertura delle fessure i valori ammissibili delle aperture delle fessure sono:

per le armature sensibili:

Combinazione Rara	Combinazione Quasi Permanente	Combinazione Frequente
0 mm	0.2 mm	0.3 mm

per le armature poco sensibili:

Combinazione Rara	Combinazione Quasi Permanente	Combinazione Frequente
0 mm	0.3 mm	0.4 mm

Parametri verifiche a taglio (par. 4.1.2.3.5.1, par. 4.1.2.3.5.3 DM 17/01/2018):

$C_{Rd,c} = 0.18/\gamma_c$, $v_{min} = 0.175 * k^{3/2}$, $k_1 = 0.15$, $f_{cd}/f_{ctd} = 0.5$

Per il significato dei parametri si veda anche par.6.2.2 EC2

Parametri verifiche a punzonamento (par.6.4.4, EN 1992-1-1:2005):

Sono i medesimi valori per il taglio di cui sopra

DESCRIZIONE SEZIONI

Caratteristiche statiche delle sezioni

Le caratteristiche statiche delle sezioni utilizzate nel modello sono riportate nella seguente tabella con il seguente significato dei simboli

Sez = Nome della Sezione

A = Area della Sezione

I_{22}^* = Momento d'Inerzia rispetto all'asse locale baricentrico 2* parallelo all'asse locale 2 della sezione

I_{33}^* = Momento d'Inerzia rispetto all'asse locale baricentrico 3* parallelo all'asse locale 3 della sezione

I_{23}^* = Momento d'Inerzia centrifugo rispetto agli assi locali baricentrici 2* e 3* paralleli rispettivamente all'asse locale 2 e 3 della sezione

I_{44} = Momento d'Inerzia Principale (Minimo) rispetto all'asse baricentrico 4

I_{55} = Momento d'Inerzia Principale (Massimo) rispetto all'asse baricentrico 5

θ = Angolo formato dagli assi principali d'inerzia rispetto agli assi locali 2 e 3 della sezione.

i_{22}^* = Raggio d'Inerzia rispetto all'asse locale baricentrico 2*

i_{33}^* = Raggio d'Inerzia rispetto all'asse locale baricentrico 3*

i_{44} = Raggio d'Inerzia rispetto all'asse locale baricentrico 4

i_{55} = Raggio d'Inerzia rispetto all'asse locale baricentrico 5

J_T = Fattore di Rigidezza Torsionale

AT2 = Area Resistente a Taglio in direzione dell'asse locale 2 della sezione (se vale 0 non viene considerata la deformabilità a taglio)

AT3 = Area Resistente a Taglio in direzione dell'asse locale 3 della sezione (se vale 0 non viene considerata la deformabilità a taglio)

qp = Peso proprio (forza per unità di lunghezza) della sezione

& = Indica che la quantità è stata forzata e non calcolata da CMP

I nomi delle sezioni che terminano con un "N", ove N è un numero, si riferiscono all'armatura N.

	A (mm ²)	I_{22}^* (mm ⁴)	I_{33}^* (mm ⁴)	I_{23}^* (mm ⁴)	I_{44} (mm ⁴)	I_{55} (mm ⁴)	θ (°)	i_{22}^* (mm)
	i_{33}^* (mm)	i_{44} (mm)	i_{55} (mm)	J_T (mm ⁴)	AT2 (mm ²)	AT3 (mm ²)	qp (kN/m)	
Nome Sezione: DIAGONALI [Circolare Ø20 mm]								
	314.159265	7854.022269	7854.022269	0.00000000	7854.022269	7854.022269	0.00000000	5.000012935
	5.000012935	5.000012935	5.000012935	15707.88200	0.00000000	0.00000000	0.0246615	
Nome Sezione: FOND [Rettangolare 300x300 mm]								
	90000.0000	675000000.0	675000000.0	0.00000000	675000000.0	675000000.0	0.00000000	86.60254038
	86.60254038	86.60254038	86.60254038	1143954694.	0.00000000	0.00000000	2.2500000	
Nome Sezione: FOND [Rettangolare 300x300 mm]/1								
	102063.716	820970961.1	820970961.1	0.00000000	820970961.1	820970961.1	0.00000000	89.68673420

	A (mm ²)	I ₂₂ [*] (mm ⁴)	I ₃₃ [*] (mm ⁴)	I ₂₃ [*] (mm ⁴)	I ₄₄ (mm ⁴)	I ₅₅ (mm ⁴)	θ (°)	i ₂₂ [*] (mm)
	i ₃₃ [*] (mm)	i ₄₄ (mm)	i ₅₅ (mm)	JT (mm ⁴)	AT2 (mm ²)	AT3 (mm ²)	qp (kN/m)	
	89.68673420	89.68673420	89.68673420	1143954694.	0.00000000	0.00000000	2.2500000	
Nome Sezione: PIL [HEA 220]								
	6434.14542	54096162.13	19545885.74	0.00000000	19545885.74	54096162.13	90.00000000	91.69333977
	55.11657747	55.11657747	91.69333977	285000.0000	0.00000000	0.00000000	0.5050804	
Nome Sezione: princ [HEA 220]								
	6434.14542	54096162.13	19545885.74	0.00000000	19545885.74	54096162.13	90.00000000	91.69333977
	55.11657747	55.11657747	91.69333977	285000.0000	0.00000000	0.00000000	0.5050804	
Nome Sezione: second [IPE 140]								
	1642.60519	5412208.470	449185.3155	0.00000000	449185.3155	5412208.470	90.00000000	57.40115918
	16.53659840	16.53659840	57.40115918	24500.00048	0.00000000	0.00000000	0.1289445	

Geometria sezioni

Di seguito vengono elencate le caratteristiche geometriche delle sezioni presenti nel modello.

Sezione: DIAGONALI [Circolare Ø20 mm] - Sezione Base

Poligonale n°1

Caratteristiche poligonale: chiusa, strutturale, piena

Coefficiente di Omog.: 1

Materiale Poligonale: S 275

N° vertice	Coord.X (mm)	Coord.Y (mm)
1	-0	10.0254
2	-1.7409	9.87313
3	-3.4289	9.42083
4	-5.01272	8.68229
5	-6.44423	7.67993
6	-7.67993	6.44423
7	-8.68229	5.01272
8	-9.42083	3.4289
9	-9.87313	1.7409
10	-10.0254	6.13881e-016
11	-9.87313	-1.7409
12	-9.42083	-3.4289
13	-8.68229	-5.01272
14	-7.67993	-6.44423
15	-6.44423	-7.67993
16	-5.01272	-8.68229
17	-3.4289	-9.42083
18	-1.7409	-9.87313
19	-1.22776e-015	-10.0254
20	1.7409	-9.87313
21	3.4289	-9.42083
22	5.01272	-8.68229
23	6.44423	-7.67993
24	7.67993	-6.44423
25	8.68229	-5.01272
26	9.42083	-3.4289
27	9.87313	-1.7409
28	10.0254	-1.84164e-015
29	9.87313	1.7409
30	9.42083	3.4289
31	8.68229	5.01272
32	7.67993	6.44423
33	6.44423	7.67993
34	5.01272	8.68229
35	3.4289	9.42083
36	1.7409	9.87313

Sezione: FOND [Rettangolare 300x300 mm] - Sezione Base

Poligonale n°1

Caratteristiche poligonale: chiusa, strutturale, piena

Coefficiente di Omog.: 1

Materiale Poligonale: CIs C25/30

N° vertice	Coord.X (mm)	Coord.Y (mm)
1	-150	-150
2	150	-150
3	150	150
4	-150	150

Sezione: FOND [Rettangolare 300x300 mm] - Armatura 1

Poligonale n°1

Caratteristiche poligonale: chiusa, strutturale, piena

Coefficiente di Omog.: 1

Materiale Poligonale: Cls C25/30

N° vertice	Coord.X (mm)	Coord.Y (mm)
1	-150	-150
2	150	-150
3	150	150
4	-150	150

Materiale barre d'armatura: B450C

Coefficiente di Omog.: 15

N° barra armatura	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	Diametro (mm)
1	-110	-110	16
2	110	-110	16
3	110	110	16
4	-110	110	16

Sezione: PIL [HEA 220] - Sezione Base

Poligonale n°1

Caratteristiche poligonale: chiusa, strutturale, piena

Coefficiente di Omog.: 1

Materiale Poligonale: S 275

N° vertice	Coord.X (mm)	Coord.Y (mm)
1	-110	-105
2	110	-105
3	110	-94
4	21.5	-94
5	15.8801	-93.2961
6	10.8104	-90.713
7	6.78702	-86.6896
8	4.20385	-81.6199
9	3.5	-76
10	3.5	76
11	4.20385	81.6199
12	6.78702	86.6896
13	10.8104	90.713
14	15.8801	93.2961
15	21.5	94
16	110	94
17	110	105
18	-110	105
19	-110	94
20	-21.5	94
21	-15.8801	93.2961
22	-10.8104	90.713
23	-6.78702	86.6896
24	-4.20385	81.6199
25	-3.5	76
26	-3.5	-76
27	-4.20385	-81.6199
28	-6.78702	-86.6896
29	-10.8104	-90.713
30	-15.8801	-93.2961
31	-21.5	-94
32	-110	-94

Sezione: princ [HEA 220] - Sezione Base

Poligonale n°1

Caratteristiche poligonale: chiusa, strutturale, piena

Coefficiente di Omog.: 1

Materiale Poligonale: S 275

N° vertice	Coord.X (mm)	Coord.Y (mm)
1	-110	-105
2	110	-105
3	110	-94
4	21.5	-94
5	15.8801	-93.2961
6	10.8104	-90.713
7	6.78702	-86.6896
8	4.20385	-81.6199
9	3.5	-76
10	3.5	76
11	4.20385	81.6199
12	6.78702	86.6896
13	10.8104	90.713
14	15.8801	93.2961
15	21.5	94
16	110	94
17	110	105
18	-110	105
19	-110	94
20	-21.5	94
21	-15.8801	93.2961
22	-10.8104	90.713
23	-6.78702	86.6896
24	-4.20385	81.6199
25	-3.5	76
26	-3.5	-76
27	-4.20385	-81.6199
28	-6.78702	-86.6896
29	-10.8104	-90.713
30	-15.8801	-93.2961
31	-21.5	-94
32	-110	-94

Sezione: second [IPE 140] - Sezione Base

Poligonale n°1

Caratteristiche poligonale: chiusa, strutturale, piena

Coefficiente di Omog.: 1

Materiale Poligonale: S 275

N° vertice	Coord.X (mm)	Coord.Y (mm)
1	-36.5	-70
2	36.5	-70
3	36.5	-63.1
4	9.35	-63.1
5	7.1645	-62.8263
6	5.19293	-61.8217
7	3.62829	-60.2571
8	2.62372	-58.2855
9	2.35	-56.1
10	2.35	56.1
11	2.62372	58.2855
12	3.62829	60.2571
13	5.19293	61.8217
14	7.1645	62.8263
15	9.35	63.1
16	36.5	63.1
17	36.5	70
18	-36.5	70
19	-36.5	63.1
20	-9.35	63.1
21	-7.1645	62.8263
22	-5.19293	61.8217
23	-3.62829	60.2571
24	-2.62372	58.2855
25	-2.35	56.1
26	-2.35	-56.1
27	-2.62372	-58.2855
28	-3.62829	-60.2571
29	-5.19293	-61.8217
30	-7.1645	-62.8263
31	-9.35	-63.1

N° vertice	Coord.X (mm)	Coord.Y (mm)
32	-36.5	-63.1

DESCRIZIONE DELLE CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI STATICHE

Il peso proprio degli Elementi tipo Beam e tipo Shell viene calcolato automaticamente in base alle caratteristiche dei materiali, alla geometria degli elementi e ai seguenti parametri:

CdC = Numero Condizione di Carico Elementare
mltX = Moltiplicatore del peso proprio in direzione X Globale
mltY = Moltiplicatore del peso proprio in direzione Y Globale
mltZ = Moltiplicatore del peso proprio in direzione Z Globale
Tipo = Tipo di Condizione di Carico (St = Statico, StEq = Sismico Statico Equivalente)
 Ψ_0, Ψ_1, Ψ_2 = coefficienti di combinazione
 Ψ_{2s} = coefficiente di combinazione sismica
 φ = coefficiente per calcolo masse

Nome	CdC	mltX	mltY	mltZ	Tipo	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	Ψ_{2s}	φ
PP	1	0	0	-1	Permanente (St)	1	1	1	1	1
PP-cop	2	0	0	0	Permanente non strutt (St)	1	1	1	1	1
Sa-cop	3	0	0	0	Tetti e coperture con neve (St)	0.5	0.2	0	0	1

DESCRIZIONE DEGLI IMPALCATI

Gli Impalcati sono definiti nel modello al fine di gestire le operazioni legate al comportamento “di piano” (es. eccentricità accidentale delle masse in condizioni sismiche, ecc.) e “d’interpiano” (es, spostamenti orizzontali relativi, calcolo del fattore θ , deformabilità torsionale della struttura, ecc.). A tale scopo sono assegnati i parametri per il riconoscimento delle entità che fanno parte di un certo Impalcato e della posizione relativa dei vari Impalcati, al fine di riconoscere quali di essi devono essere correlati. È inoltre possibile indicare comportamenti “particolari” per ciascun Impalcato. Gli Impalcati definiti nel modello ed i parametri ad essi relativi sono riportati nella tabella seguente, nella quale i simboli adottati hanno il significato descritto nel seguito:

Impalcato = nome che individua l’Impalcato in esame;
Verticali = elenco delle Verticali delle quali fa parte l’impalcato in esame; ogni Verticale è costituita da un insieme di Impalcati correlati verticalmente, ossia posti uno sopra l’altro;
Quota = quota di riferimento dell’Impalcato, utilizzata ad esempio per il calcolo dell’altezza d’interpiano;
Poligono = se presente, delimita l’ingombro in pianta dell’Impalcato; se è indicato un valore nullo l’Impalcato non ha limiti di estensione planimetrica; se è indicato un trattino “-” la definizione dell’Impalcato è legata ad un gruppo di selezione e non a criteri geometrici;
DZsup = se presente, indica la tolleranza altimetrica superiore, cioè al di sopra della quota di riferimento, che individua la quota massima delle entità facenti parte dell’Impalcato; se è indicato un trattino “-” la definizione dell’Impalcato è legata ad un gruppo di selezione e non a criteri geometrici;
DZinf = se presente, indica la tolleranza altimetrica inferiore, cioè al di sotto della quota di riferimento, che individua la quota minima delle entità facenti parte dell’Impalcato;
Selezione = se presente, individua il gruppo di selezione che definisce le entità facenti parte dell’Impalcato; se è indicato un trattino “-” la definizione dell’Impalcato è legata a criteri geometrici e non ad un gruppo di selezione;
Ecc. masse = se “si” per l’impalcato in questione viene generata automaticamente una distribuzione di masse tale da generare l’eccentricità definita nel capitolo “Analisi Sismica”;
Nodo Master = se presente determina l’assegnazione automatica di un vincolo di piano rigido a tutti i nodi facenti parte dell’Impalcato; se assente non esclude comunque che tale proprietà sia stata assegnata attraverso altre procedure;
Modalità θ = indica la modalità utilizzata per il calcolo del fattore θ :
- Da norma: il calcolo è condotto secondo il § 7.3.1 del D.M. 17/01/2018 formula [7.3.3] (formula (7.3.2.) DM 14/01/2008);
- Pend: il calcolo è condotto tenendo conto del reale punto di applicazione dei carichi agli Impalcati superiori;
Orientamento θ = indica l’orientamento utilizzato per il calcolo del fattore θ :

- // Sisma: forze e spostamenti di piano sono determinati considerando direzioni orizzontali parallele a quelle di ingresso del sisma;
- Globale: forze e spostamenti di piano sono determinati considerando direzioni orizzontali parallele agli assi X ed Y del sistema di riferimento globale;
- Loc. 23: forze e spostamenti di piano sono determinati considerando direzioni orizzontali concordi con gli assi locali 2 e 3 di un elemento Beam, Truss specificato, ovvero con gli assi 1 (se orizzontale) o 2 di un elemento Shell
- Loc. 45: forze e spostamenti di piano sono determinati considerando direzioni orizzontali concordi con gli assi principali 4 e 5 di un elemento Beam, Truss specificato;

Elemento θ = se il riferimento usato per il calcolo del fattore θ è di tipo "locale", indica l'elemento dal quale ricavare le direzioni orizzontali di riferimento;

Nodo rif. = indica il nodo del modello che fornisce gli spostamenti da trasportare nell'origine per il calcolo del fattore θ ;

Origine per θ = indica la modalità con cui si individua il punto di origine dell'impalcato;

Coord. Orig. = indica la le coordinate (x,y) del punto suddetto, su cui si trasportano gli spostamenti di impalcato per il calcolo del fattore θ .

Impalcato	Verticali	Quota	Poligono	DZsup	DZinf	Selezione
Ecc. masse	Nodo Master	(mm)		(mm)	(mm)	
Origine per θ	Coord. Orig.	Modalità θ	Riferimento θ		Elemento θ	Nodo rif.
	(mm)					
Impalcato n°1	Vert1	0	0	0	0	-
Sì	-	Da norma	// Sisma		-	1
Centro massa Imp.(4125.0; 306.67)						
Impalcato n°2	Vert1	3500	0	0	3500	-
Sì	-	Da norma	// Sisma		-	2
Centro massa Imp.(4125.0; 3006.0)						

DESCRIZIONE NODI

Nodi: geometria, vincoli fissi esterni e nodi master

La geometria e le altre caratteristiche dei nodi costituenti il modello sono riportate nella seguente tabella con il seguente significato dei simboli:

Nodo = Numero del Nodo

X,Y,Z = Coordinate dei nodi rispetto al sistema di Riferimento Globale

Vincoli = Vincolamento dei nodi rappresentato da sei cifre(0/1): queste sei cifre (0 = libero, 1 = vincolato)

rappresentano il vincolamento dei seguenti gradi di libertà, nell'ordine:

spostamento in direzione x, y, z, rotazione attorno all'asse x, y, z

n.Master= Nodo Master

Piano = Piano in cui si impone il comportamento Master-Slave

Fase = fase di appartenenza

Nodo	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	Vincoli	n.Master	Piano	Fase
1	0.0000	0.0000	0.0000	1 1 1 1 1 1			
2	0.0000	0.0000	3500.00				
3	0.0000	5750.00	0.0000	1 1 1 1 1 1			
4	0.0000	5750.00	3500.00				
5	8250.00	0.0000	0.0000	1 1 1 1 1 1			
6	8250.00	0.0000	3500.00				
7	8250.00	5750.00	0.0000	1 1 1 1 1 1			
8	8250.00	5750.00	3500.00				
9	825.000	0.0000	3500.00				
10	1650.00	0.0000	3500.00				
11	2475.00	0.0000	3500.00				
12	3300.00	0.0000	3500.00				
13	4125.00	0.0000	3500.00				
14	4950.00	0.0000	3500.00				
15	5775.00	0.0000	3500.00				
16	6600.00	0.0000	3500.00				
17	7425.00	0.0000	3500.00				
18	825.000	5750.00	3500.00				
19	1650.00	5750.00	3500.00				
20	2475.00	5750.00	3500.00				
21	3300.00	5750.00	3500.00				
22	4125.00	5750.00	3500.00				
23	4950.00	5750.00	3500.00				
24	5775.00	5750.00	3500.00				
25	6600.00	5750.00	3500.00				
26	7425.00	5750.00	3500.00				
31	7425.00	2875.00	3500.00				
36	6600.00	575.000	3500.00				
37	6600.00	1150.00	3500.00				
38	6600.00	1725.00	3500.00				
39	6600.00	2300.00	3500.00				
40	6600.00	2875.00	3500.00				
41	6600.00	3450.00	3500.00				
42	6600.00	4025.00	3500.00				
43	6600.00	4600.00	3500.00				
44	6600.00	5175.00	3500.00				
49	5775.00	2875.00	3500.00				
54	4950.00	575.000	3500.00				
55	4950.00	1150.00	3500.00				
56	4950.00	1725.00	3500.00				
57	4950.00	2300.00	3500.00				
58	4950.00	2875.00	3500.00				
59	4950.00	3450.00	3500.00				
60	4950.00	4025.00	3500.00				

61	4950.00	4600.00	3500.00	96	1650.00	4025.00	3500.00
62	4950.00	5175.00	3500.00	97	1650.00	4600.00	3500.00
67	4125.00	2875.00	3500.00	98	1650.00	5175.00	3500.00
72	3300.00	575.000	3500.00	103	825.000	2875.00	3500.00
73	3300.00	1150.00	3500.00	108	8250.00	2875.00	3500.00
74	3300.00	1725.00	3500.00	109	0.0000	2875.00	3500.00
75	3300.00	2300.00	3500.00	110	0.0000	2875.00	0.0000 1 1 1 1 1 1
76	3300.00	2875.00	3500.00	111	8250.00	2875.00	0.0000 1 1 1 1 1 1
77	3300.00	3450.00	3500.00	112	4125.00	5750.00	0.0000 1 1 1 1 1 1
78	3300.00	4025.00	3500.00	113	4125.00	5750.00	100.000
79	3300.00	4600.00	3500.00	114	8250.00	2875.00	100.000
80	3300.00	5175.00	3500.00	115	0.0000	2875.00	100.000
85	2475.00	2875.00	3500.00	116	8250.00	5750.00	100.000
90	1650.00	575.000	3500.00	117	0.0000	5750.00	100.000
91	1650.00	1150.00	3500.00	118	0.0000	5750.00	3400.00
92	1650.00	1725.00	3500.00	119	8250.00	5750.00	3400.00
93	1650.00	2300.00	3500.00	120	0.0000	2875.00	3400.00
94	1650.00	2875.00	3500.00	121	4125.00	5750.00	3400.00
95	1650.00	3450.00	3500.00	122	8250.00	2875.00	3400.00

ANALISI MODALE

Di seguito sono descritti tutti i parametri utilizzati per l'analisi modale.

Metodo di calcolo utilizzato: Restarted Lanczos

Matrici di Massa: CONSISTENT matrice di massa completa

Sequenza di STURM Abilitata

Moto Rigido non consentito

Tolleranza per calcolo autovalori 0

Numero Massimo di iterazioni per il calcolo autovalori 24

Analisi modale con effetti del II ordine: No

L'analisi modale è stata svolta considerando il modello nella fase 1.

Di seguito sono indicati i periodi per ogni modo di vibrare estratto

Lancio n°1:

n. Modo	Periodo (Secondi)
1	0.20019
2	0.15773
3	0.11698
4	0.10417
5	0.074817
6	0.065427
7	0.06542
8	0.065419
9	0.063744

n. Modo	Periodo (Secondi)
10	0.05505
11	0.054837
12	0.054832
13	0.054831
14	0.049628
15	0.043147

Lancio n°2:

n. Modo	Periodo (Secondi)
1	0.18105
2	0.14145
3	0.10812
4	0.10341
5	0.075006
6	0.068676
7	0.068668
8	0.068667
9	0.067467

n. Modo	Periodo (Secondi)
10	0.058675
11	0.058669
12	0.058668
13	0.057166
14	0.045615
15	0.045084

Lancio n°3:

n. Modo	Periodo (Secondi)
1	0.18944
2	0.14871
3	0.11395
4	0.10385
5	0.073976
6	0.067848

n. Modo	Periodo (Secondi)
7	0.067718
8	0.067715
9	0.066078
10	0.057535
11	0.05729
12	0.057288

n. Modo	Periodo (Secondi)
13	0.056436
14	0.047381

n. Modo	Periodo (Secondi)
15	0.044548

Lancio n°4:

n. Modo	Periodo (Secondi)
1	0.19252
2	0.15111
3	0.11326
4	0.10371
5	0.072759
6	0.066759
7	0.066633
8	0.066631
9	0.065068

n. Modo	Periodo (Secondi)
10	0.056257
11	0.056004
12	0.056002
13	0.055222
14	0.046513
15	0.044278

ANALISI SISMICA LINEARE

Di seguito vengono indicati i parametri dell'analisi sismica.

Parametri del DM 17/01/2018:

Categoria suolo di fondazione: C
 Categoria Topografica: T1
 Coeff.smorzam.equivalente ξ : 5 %
 Fattore di struttura q_x, q_y per sismi in dir.x e y (orizzontali) e q_z (verticali): 1, 1, 1.5
 Classe di duttilità Bassa
 Coefficiente eccentricità accidentale centro di massa: 0.05

La massa propria degli elementi strutturali è inclusa nelle analisi sismiche.

Fattore di struttura per Sisma in Direzione X

Fattore di struttura per spettri SLV

Il valore di q_x è stato imposto a $q_x = 1$.

Il valore di $q_{0,x}$ è stato imposto a $q_{0,x} = 1$.

Fattore di struttura per spettri SLD

Il valore del fattore di struttura per gli spettri SLD è stato imposto a $q_x = 1$.

Fattore di struttura per Sisma in Direzione Y

Fattore di struttura per spettri SLV

Il valore di q_y è stato imposto a $q_y = 1$.

Il valore di $q_{0,y}$ è stato imposto a $q_{0,y} = 1$.

Fattore di struttura per spettri SLD

Il valore del fattore di struttura per gli spettri SLD è stato imposto a $q_y = 1$.

Condizioni sismiche dinamiche

La presente analisi numerica prevede l'esame delle condizioni di carico sismiche corrispondenti alle seguenti tipologie di azioni indicate in tabella:

CdC = numero della condizione di carico dinamica

Lancio = ad ogni lancio corrisponde una distribuzione delle masse differente; tutte le CdC di tipo sismico statico equivalente sono analizzate in un unico lancio statico del solutore, mentre per le CdC dinamiche ad ogni lancio corrisponde un lancio dinamico del solutore.

Nome = nome della CdC dinamica

Tipo = indica la direzione ed eventualmente il tipo di CdC sismica

SottoTipo: indica il tipo di stato limite:

• SLO, SLD, SLV, SLC sono gli stati limite del par.3.2.1 DM 17/01/2018

Spettro di risposta = definisce il coefficiente di risposta in funzione del periodo

a_g/g = questo valore indica l'accelerazione di picco del suolo, espressa in $g = 9.80665 \text{ m/s}^2$

Dy = indica che si tratta di una CdC dinamica

Molt.X , Molt.Y , Molt.Z: moltiplicatori per applicare lo spettro di risposta alle varie direzioni.

CdC	Lancio	Nome	Tipo	Spettro di Risposta	a_g/g	Molt.X	Molt.Y	Molt.Z
1	1	Sisma SLO X Dx	Sisma SLE X (Dy)	~DM2018 SLO X	0.0683	1	0	0

CdC	Lancio	Nome	Tipo	Spettro di Risposta	ag/g	Molt.X	Molt.Y	Molt.Z
			SottoTipo: SLO					
5	1	Sisma SLD X Dx	Sisma SLE X (Dy)	~DM 2018 SLD X	0.0855	1	0	0
			SottoTipo: SLD					
9	1	Sisma SLV X Dx	Sisma SLU X (Dy)	~DM 2018 SLV X	0.2016	1	0	0
			SottoTipo: SLV					
2	2	Sisma SLO X Sx	Sisma SLE X (Dy)	~DM2018 SLO X	0.0683	1	0	0
			SottoTipo: SLO					
6	2	Sisma SLD X Sx	Sisma SLE X (Dy)	~DM 2018 SLD X	0.0855	1	0	0
			SottoTipo: SLD					
10	2	Sisma SLV X Sx	Sisma SLU X (Dy)	~DM 2018 SLV X	0.2016	1	0	0
			SottoTipo: SLV					
3	3	Sisma SLO Y Dx	Sisma SLE Y (Dy)	~DM 2018 SLO Y	0.0683	0	1	0
			SottoTipo: SLO					
7	3	Sisma SLD Y Dx	Sisma SLE Y (Dy)	~DM 2018 SLD Y	0.0855	0	1	0
			SottoTipo: SLD					
11	3	Sisma SLV Y Dx	Sisma SLU Y (Dy)	~DM 2018 SLV Y	0.2016	0	1	0
			SottoTipo: SLV					
4	4	Sisma SLO Y Sx	Sisma SLE Y (Dy)	~DM 2018 SLO Y	0.0683	0	1	0
			SottoTipo: SLO					
8	4	Sisma SLD Y Sx	Sisma SLE Y (Dy)	~DM 2018 SLD Y	0.0855	0	1	0
			SottoTipo: SLD					
12	4	Sisma SLV Y Sx	Sisma SLU Y (Dy)	~DM 2018 SLV Y	0.2016	0	1	0
			SottoTipo: SLV					

Parametri per calcolo spettri di risposta

Per il calcolo degli spettri di risposta secondo il §3.2 dei DM 17/01/2018 - DM 14/01/2008 sono stati utilizzati i seguenti parametri, ove:

P_{VR} probabilità di superamento nel periodo di ritorno

T_R periodo di ritorno

a_g/g accelerazione orizzontale massima del suolo

F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

T_c^* valore base per calcolo del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

Collocazione del sito: Longitudine = 10.6138°, Latitudine = 44.628°

SLO:

$P_{VR}=81\%$, $T_R= 60$ anni, $a_g/g = 0.0683$ sec, $F_0 = 2.48$, $T_c^*= 0.265$ sec

SLD:

$P_{VR}=63\%$, $T_R= 101$ anni, $a_g/g = 0.0855$ sec, $F_0 = 2.46$, $T_c^*= 0.27$ sec

SLV:

$P_{VR}=10\%$, $T_R= 949$ anni, $a_g/g = 0.2016$ sec, $F_0 = 2.3889$, $T_c^*= 0.2976$ sec

Spettri di risposta utilizzati

Spettro per Punti ~DM 2018 SLV Y

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.411
2	0.155	3.371
3	0.466	3.371
4	0.666	2.359
5	0.866	1.814
6	1.066	1.474
7	1.266	1.241
8	1.466	1.072
9	1.666	0.943
10	1.866	0.842
11	2.066	0.76

12	2.266	0.693
13	2.406	0.653
14	2.606	0.557
15	2.806	0.48
16	3.006	0.418
17	3.206	0.368
18	3.406	0.326
19	3.606	0.291
20	3.806	0.261
21	4	0.236

Spettro per Punti ~DM 2018 SLV X

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.411
2	0.155	3.371
3	0.466	3.371
4	0.666	2.359

5	0.866	1.814
6	1.066	1.474
7	1.266	1.241
8	1.466	1.072
9	1.666	0.943
10	1.866	0.842

11	2.066	0.76
12	2.266	0.693
13	2.406	0.653
14	2.606	0.557
15	2.806	0.48
16	3.006	0.418

17	3.206	0.368
18	3.406	0.326
19	3.606	0.291
20	3.806	0.261
21	4	0.236

Spettro per Punti ~DM 2018 SLD Y

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.5
2	0.146	3.69
3	0.437	3.69
4	0.637	2.531
5	0.837	1.926
6	1.037	1.554
7	1.237	1.303
8	1.437	1.122
9	1.637	0.985
10	1.837	0.877

11	1.942	0.83
12	2.142	0.682
13	2.342	0.571
14	2.542	0.484
15	2.742	0.416
16	2.942	0.362
17	3.142	0.317
18	3.342	0.28
19	3.542	0.249
20	3.742	0.223
21	3.942	0.201
22	4	0.2

Spettro per Punti ~DM 2018 SLD X

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.5
2	0.146	3.69
3	0.437	3.69
4	0.637	2.531
5	0.837	1.926
6	1.037	1.554
7	1.237	1.303
8	1.437	1.122
9	1.637	0.985
10	1.837	0.877

11	1.942	0.83
12	2.142	0.682
13	2.342	0.571
14	2.542	0.484
15	2.742	0.416
16	2.942	0.362
17	3.142	0.317
18	3.342	0.28
19	3.542	0.249
20	3.742	0.223
21	3.942	0.201
22	4	0.2

Spettro per Punti ~DM 2018 SLO Y

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.5
2	0.144	3.72
3	0.431	3.72
4	0.631	2.541
5	0.831	1.93
6	1.031	1.556
7	1.231	1.303
8	1.431	1.121
9	1.631	0.984
10	1.831	0.876

11	1.873	0.856
12	2.073	0.699
13	2.273	0.582
14	2.473	0.491
15	2.673	0.421
16	2.873	0.364
17	3.073	0.318
18	3.273	0.281
19	3.473	0.249
20	3.673	0.223
21	3.873	0.2
22	4	0.188

Spettro per Punti ~DM2018 SLO X

Punto	Periodo (secondi)	Accelerazione Normalizzata
1	0	1.5
2	0.144	3.72
3	0.431	3.72
4	0.631	2.541
5	0.831	1.93
6	1.031	1.556
7	1.231	1.303
8	1.431	1.121
9	1.631	0.984
10	1.831	0.876

11	1.873	0.856
12	2.073	0.699
13	2.273	0.582
14	2.473	0.491
15	2.673	0.421
16	2.873	0.364
17	3.073	0.318
18	3.273	0.281
19	3.473	0.249
20	3.673	0.223
21	3.873	0.2
22	4	0.188

Moltiplicatori calcolo automatico Masse

Di seguito sono elencati i moltiplicatori delle CdC elementari per il calcolo automatico delle masse:

CdC = n. Condizione di Carico Elementare

Coeff.SLE = moltiplicatori per lo Stato Limite d'Esercizio

Coeff.SLU = moltiplicatori per lo Stato Limite Ultimo

X, Y, Z = coefficienti di direzionalità

CdC	Coeff.SLE	Coeff.SLU	X	Y	Z
1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1
3	0	0	1	1	1

Definizioni piani per calcolo offset masse

I piani per il calcolo dell'offset delle masse sono stati definiti tramite i seguenti gruppi di selezione:

Nome Gruppo di Selezione
~: Impalcato n°1
~: Impalcato n°2

Analisi dinamica

Metodo di combinazione modale:

- CQC nel calcolo della risposta sismica, i contributi derivanti dai singoli modi sono combinati tenendo conto del segno delle singole componenti modali. La generica componente U_i delle risposte sismiche è data da una combinazione quadratica delle componenti U_{ij} ($j=1, N.\text{modi}$) in cui i coefficienti di combinazione fra due modi distinti dipendono dai coefficienti di smorzamento dei due modi e dal rapporto fra le due frequenze. Se non vengono assegnati smorzamenti modali, i risultati forniti da questo metodo coincidono con quelli del metodo RMS.

Masse movimentate

La massa movimentata è calcolata in percentuale sulla massa totale applicata ai gradi di libertà dei nodi non vincolati.

A seguito sono descritte le percentuali di masse movimentate:

Lancio n°1:

n. Modo	Periodo (sec.)	Tot. X %	Parz. X %	Tot. Y %	Parz. Y %	Tot. Z %	Parz. Z %
1	0.20019	0.000	0.000	0.000	0.000	32.313	32.313
2	0.15773	0.000	0.000	0.000	0.000	48.687	16.374
3	0.11698	67.329	67.329	0.000	0.000	48.687	0.000
4	0.10417	67.329	0.000	88.975	88.975	48.687	0.000
5	0.074817	78.608	11.278	88.975	0.000	48.687	0.000
6	0.065427	78.608	0.000	88.975	0.000	48.687	0.000
7	0.06542	78.608	0.000	88.975	0.000	48.687	0.000
8	0.065419	78.608	0.000	88.975	0.000	48.687	0.000
9	0.063744	80.161	1.554	88.975	0.000	48.687	0.000
10	0.05505	80.503	0.342	88.975	0.000	48.687	0.000
11	0.054837	80.503	0.000	88.975	0.000	48.687	0.000
12	0.054832	80.503	0.000	88.975	0.000	48.687	0.000
13	0.054831	80.503	0.000	88.975	0.000	48.687	0.000
14	0.049628	80.503	0.000	88.975	0.000	48.687	0.000
15	0.043147	89.897	9.394	88.975	0.000	48.687	0.000

Lancio n°2:

n. Modo	Periodo (sec.)	Tot. X %	Parz. X %	Tot. Y %	Parz. Y %	Tot. Z %	Parz. Z %
1	0.18105	0.000	0.000	0.000	0.000	26.876	26.876
2	0.14145	0.000	0.000	0.000	0.000	40.081	13.205
3	0.10812	60.815	60.815	0.000	0.000	40.081	0.000
4	0.10341	60.815	0.000	87.929	87.929	40.081	0.000
5	0.075006	75.242	14.427	87.929	0.000	40.081	0.000
6	0.068676	75.242	0.000	87.929	0.000	40.081	0.000
7	0.068668	75.242	0.000	87.929	0.000	40.081	0.000
8	0.068667	75.242	0.000	87.929	0.000	40.081	0.000
9	0.067467	76.205	0.963	87.929	0.000	40.081	0.000
10	0.058675	76.205	0.000	87.929	0.000	40.081	0.000
11	0.058669	76.205	0.000	87.929	0.000	40.081	0.000
12	0.058668	76.205	0.000	87.929	0.000	40.081	0.000
13	0.057166	77.510	1.305	87.929	0.000	40.081	0.000
14	0.045615	89.172	11.662	87.929	0.000	40.081	0.000
15	0.045084	89.596	0.425	87.929	0.000	40.081	0.000

Lancio n°3:

n. Modo	Periodo (sec.)	Tot. X %	Parz. X %	Tot. Y %	Parz. Y %	Tot. Z %	Parz. Z %
1	0.18944	0.000	0.000	0.000	0.000	29.662	29.662
2	0.14871	0.000	0.000	0.000	0.000	44.368	14.707
3	0.11395	54.818	54.818	10.471	10.471	44.368	0.000
4	0.10385	65.289	10.471	86.531	76.060	44.368	0.000
5	0.073976	76.630	11.341	88.405	1.875	44.368	0.000
6	0.067848	76.712	0.083	88.426	0.021	44.368	0.000
7	0.067718	76.712	0.000	88.426	0.000	44.368	0.000
8	0.067715	76.712	0.000	88.426	0.000	44.368	0.000
9	0.066078	78.193	1.481	88.478	0.052	44.368	0.000
10	0.057535	78.504	0.311	88.478	0.000	44.368	0.000
11	0.05729	78.504	0.000	88.478	0.000	44.368	0.000
12	0.057288	78.504	0.000	88.478	0.000	44.368	0.000
13	0.056436	78.691	0.186	88.478	0.000	44.368	0.000
14	0.047381	78.711	0.021	88.478	0.000	44.399	0.031
15	0.044548	89.741	11.030	88.560	0.083	44.399	0.000

Lancio n°4:

n. Modo	Periodo (sec.)	Tot. X %	Parz. X %	Tot. Y %	Parz. Y %	Tot. Z %	Parz. Z %
1	0.19252	0.000	0.000	0.000	0.000	29.558	29.558
2	0.15111	0.000	0.000	0.000	0.000	44.430	14.872
3	0.11326	54.570	54.570	11.372	11.372	44.430	0.000
4	0.10371	65.682	11.113	86.624	75.252	44.430	0.000
5	0.072759	76.775	11.092	88.343	1.719	44.430	0.000
6	0.066759	76.847	0.072	88.364	0.021	44.430	0.000
7	0.066633	76.847	0.000	88.364	0.000	44.430	0.000
8	0.066631	76.847	0.000	88.364	0.000	44.430	0.000
9	0.065068	78.235	1.388	88.415	0.052	44.430	0.000
10	0.056257	78.566	0.331	88.415	0.000	44.430	0.000
11	0.056004	78.566	0.000	88.415	0.000	44.430	0.000
12	0.056002	78.566	0.000	88.415	0.000	44.430	0.000
13	0.055222	78.722	0.155	88.415	0.000	44.430	0.000
14	0.046513	78.742	0.021	88.415	0.000	44.472	0.041
15	0.044278	89.617	10.875	88.498	0.083	44.472	0.000

Autovalori

Di seguito sono indicati gli autovalori trovati:

Lancio n°1:

numero autovalori: 15

n°	Autovalore
1	985.049
2	1586.85
3	2885.13
4	3638.42
5	7052.71

n°	Autovalore
6	9222.33
7	9224.3
8	9224.64
9	9716
10	13027

n°	Autovalore
11	13128.2
12	13131
13	13131.5
14	16029.1
15	21205.6

Lancio n°2:

numero autovalori: 15

n°	Autovalore
1	1204.32
2	1972.99
3	3377.41
4	3691.98
5	7017.35

n°	Autovalore
6	8370.58
7	8372.35
8	8372.65
9	8673.06
10	11467.1

n°	Autovalore
11	11469.6
12	11470
13	12080.4
14	18973.3
15	19422.7

Lancio n°3:

numero autovalori: 15

n°	Autovalore
1	1100.09
2	1785.27
3	3040.29
4	3660.53
5	7214.03

n°	Autovalore
6	8575.98
7	8608.98
8	8609.74
9	9041.49
10	11926.2

n°	Autovalore
11	12028.2
12	12029.2
13	12394.9
14	17585.4
15	19893.4

Lancio n°4:

numero autovalori: 15

n°	Autovalore
1	1065.14
2	1729.02
3	3077.68
4	3670.58
5	7457.42
6	8858.02
7	8891.5
8	8892.29
9	9324.5
10	12474.2
11	12587
12	12588.1
13	12946.1
14	18248
15	20136.7

2.7 Principali risultati

Per tutti i dati relativi ai modelli di calcolo si rimanda al CD contenente i tabulati di calcolo.

2.8 Verifiche agli stati limite ultimi

VERIFICHE SU ELEMENTI TIPO BEAM - TRUSS

A seguito verranno indicate le verifiche più gravose per ogni sezione base o armatura

Descrizione set involuppi di verifica

Di seguito sono descritti i set involuppi di verifica utilizzati:

DESCRIZIONE SET INVILUPPI DI VERIFICA “~SL18”

E' costituito dai seguenti involuppi:

- Involuppi SLE Combinazione Q.Perm. secondo il DM 17/01/2018

Descrizione Involuppo “~SL18 SLE q.perm.”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di involuppo automatiche

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	PP	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	PP-cop	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	Sa-cop	Variabile		0	0

- Involuppi SLE Combinazione Frequente secondo il DM 17/01/2018

Descrizione Involuppo “~SL18 SLE freq.”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di involuppo automatiche

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
Involuppo	~SL18 SLE freq._1	Perm.non Contemp.	1	1	1

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

Descrizione involuppo “~SL18 SLE freq._1”:

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	PP	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	PP-cop	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	Sa-cop	Variabile		0.2	0.2

- Involuppi SLE Combinazione Rara secondo il DM 17/01/2018

Descrizione Involuppo “~SL18 SLE caratt.”

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di involuppo automatiche

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

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

Descrizione inviluppo "~SL18 SLE caratt._1":

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

CdC elem. 1St	PP	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	PP-cop	Permanente		1	1
CdC elem. 3St	Sa-cop	Variabile		1	1

- Inviluppi S.L.U. secondo il DM 17/01/2018

Descrizione Inviluppo "~SL18 STR SLV"

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di inviluppo automatiche

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

Descrizione degli inviluppi contenuti nell'inviluppo "~SL18 STR SLV"

Descrizione inviluppo "~SL18 STR SLV_1":

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

CdC elem. 1St	PP	Permanente		1	1.3
CdC elem. 2St	PP-cop	Permanente		0.8	1.5
CdC elem. 3St	Sa-cop	Variabile		0	1.5

Descrizione inviluppo "~SL18 SLU Sism. Orizz._1":

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

CdC elem. 1St	PP	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	PP-cop	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	Sa-cop	Variabile		0	0
CdC elem. 9Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 10Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 11Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3
CdC elem. 12Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3

Descrizione inviluppo "~SL18 SLU Sism. Orizz._2":

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

CdC elem. 1St	PP	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	PP-cop	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	Sa-cop	Variabile		0	0
CdC elem. 9Dy	Sisma SLV X Dx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 10Dy	Sisma SLV X Sx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 11Dy	Sisma SLV Y Dx	Var.non Contemp.	2	-1	1
CdC elem. 12Dy	Sisma SLV Y Sx	Var.non Contemp.	2	-1	1

Verifiche S.L.U. acciaio

Significato dei parametri:

Ver: assume il seguente significato:

- 1 inviluppo che determina lo sforzo normale massimo negativo
- 2 inviluppo che determina lo sforzo normale massimo positivo
- 3 inviluppo che determina il taglio 1-2 massimo negativo
- 4 inviluppo che determina il taglio 1-2 massimo positivo
- 5 inviluppo che determina il taglio 1-3 massimo negativo
- 6 inviluppo che determina il taglio 1-3 massimo positivo
- 7 inviluppo che determina il momento torcente massimo negativo
- 8 inviluppo che determina il momento torcente massimo positivo
- 9 inviluppo che determina il momento flettente 1-2 massimo negativo

- 10 inviluppo che determina il momento flettente 1-2 massimo positivo
- 11 inviluppo che determina il momento flettente 1-3 massimo negativo
- 12 inviluppo che determina il momento flettente 1-3 massimo positivo
- 17 inviluppo che determina S1 massimo negativo
- 18 inviluppo che determina S1 massimo positivo
- 19 inviluppo che determina S2 massimo negativo
- 20 inviluppo che determina S2 massimo positivo
- 21 inviluppo che determina S3 massimo negativo
- 22 inviluppo che determina S3 massimo positivo
- 23 inviluppo che determina S4 massimo negativo
- 24 inviluppo che determina S4 massimo positivo

I simboli S1, S2, S3, S4 indicano la “sigma combinata” e si riferiscono al calcolo della tensione fittizia valutata in ipotesi di linearità del comportamento del materiale e resistenza indefinita, la cui massimizzazione individua la più probabile verifica peggiore a pressoflessione, valutata con la formula (sigma positiva indica trazione)

$$\sigma_{id} = \frac{N}{A} \pm \frac{M_{12}}{W_{12}} \pm \frac{M_{13}}{W_{13}}$$

(W sono i moduli di resistenza) sui quattro spigoli del rettangolo ideale con moduli di resistenza pari a quelli della sezione base dell’asta.

Dist: indica la distanza dal punto di inizio beam della sezione verificata

Sollecitazioni di verifica:

N = sforzo normale agente in direzione dell’asse locale 1

V₁₂, V₁₃ = tagli agenti in direzione 2 e 3

M₁₂, M₁₃ = momenti agenti nei piani 12 e 13

MT = momento torcente

Le verifiche di resistenza e instabilità seguono le indicazioni per il calcolo agli stati limite ultimi del paragrafo 4.2 del DM 17/01/2018 e del cap.6 di EN1993-1-1:2005.

In base alla classe della sezione (par.4.2.3.1 DM2018) si adotta la seguente metodologia di verifica:

Sezioni compatte: Classi 1-2, verifica plastica

Sezioni moderatamente snelle: Classe 3, verifica elastica

Sezioni snelle: Classe 4, non verificate; possono essere forzate ad essere considerate come sezioni di classe 3, con conseguente verifica elastica.

Le sezioni snelle sono soggette a fenomeni di imbozzamento locali, pertanto devono essere effettuate analisi locali sui singoli elementi costituenti la sezione (EN 1993-1-5), tali verifiche non sono eseguite in automatico da CMP.

VERIFICHE DI RESISTENZA:

ArmNMT = indica il tratto di armatura interessato dalla verifica di resistenza a pressoflessione deviata, taglio e torsione

CoeffRes = coeff.di sfruttamento di resistenza pari, per le classi 1 e 2, al massimo tra CoeffMN, CoeffV e CoeffT, mentre per le classi 3 e 4 è calcolato come rapporto tensionale elastico (eq.4.2.4 par.4.2.4.1.2 DM2018 e par.6.2.1(5) EC3).

CoeffMN = coeff. di sfruttamento di resistenza a pressoflessione deviata (par.4.2.4.1.2 DM2018 e par.6.2.1(5,7) EC3))

CoeffV = coeff. di sfruttamento di resistenza a taglio (par.4.2.4.1.2 DM2018 e par.6.2.6 EC3); le verifiche di resistenza al taglio sono differenziate tra il caso di sezioni di classe 1 e 2, per le quali coeffV è calcolato come la somma del rapporto tra taglio agente e resistente in direzione 2 e 3, e le sezioni di classe 3 e 4, per le quali coeffV è calcolato come rapporto tensionale.

CoeffT = coefficiente di sfruttamento di resistenza a torsione (par. 4.2.4.1.2 DM2018 e par.6.2.7 EC3)

Classe = classificazione della sezione (par.4.2.3.1 DM2018)

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte (CoeffMN>1, CoeffV>1, CoeffT>1)

VERIFICHE DI INSTABILITA’:

Per le verifiche di instabilità si usa sempre la sezione base.

CoeffN = coefficiente di sfruttamento d'instabilità a compressione (par.4.2.4.1.3.1 DM2018 e par.6.3.1 EC3)

CoeffNM12, CoeffNM13 = coefficiente di sfruttamento d'instabilità flessotorsionale piano 12 e 13 (par.4.2.4.1.3.2 DM2018 ed eq.6.61 e 6.62 par.6.3.3 EC3); per i fattori di interazione viene applicato l'Annex B dell'EC3.

Classe = classificazione della sezione (par.4.2.3.1 DM2018)

Lrif = lunghezza di riferimento per le verifiche di instabilità su cui si valuta la forma del diagramma del momento sia per il piano di sbandamento 12 e sia 13.

Per il momento M_{cr} del par.4.2.4.1.3.2 DM2018 (e par.6.3 EC3), poiché non è specificato come calcolarlo, si è adottato il metodo del par.4.3 del BS 5950-1:2000.

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte (CoeffN>1, CoeffNM12>1, CoeffNM13>1)

Verifica di Resistenza “~PressoFless.Acciaio SLU”

Tipo Verifica: verifiche allo stato limite ultimo secondo il DM 17/01/2018.

Origine del sistema di riferimento delle sollecitazioni: nel baricentro della sezione base omogenizzata;

Set Inviluppo di Verifica utilizzato: “~SL18”

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: ~ACCIAIO

Resistenza materiali per sezioni di Classe 1-2-3-4 per verifiche SLU (t = spessore sezione)

ID Materiale	Nome materiale	fy (t<40mm) (N/mm ²)	fy (t>40mm) (N/mm ²)	γ _{M0}
n.29	S 275	275	255	1.05

Il CoeffV, per le sezioni di classe 1 e 2 e differenti da tubolari e a doppio T è valutato anche con il rapporto tensionale tangenziale elastico.

Beam n.47 - Sezione “second [IPE 140]”

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Ver	Dist (m)	N (kN)	V12 (kN)	V13 (kN)	M12 (kNm)	M13 (kNm)	MT (kNm)	ArmNMT
	CoeffRes	CoeffMN	CoeffV	CoeffT	Classe			
Massimo CoeffV:								
4	0.00	-0.25	0.16	0.19	0.00	0.00	-0.00	0
	0.0026	0.0006	0.0026	0.0018	1			

Beam n.48 - Sezione “second [IPE 140]”

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Ver	Dist (m)	N (kN)	V12 (kN)	V13 (kN)	M12 (kNm)	M13 (kNm)	MT (kNm)	ArmNMT
	CoeffRes	CoeffMN	CoeffV	CoeffT	Classe			
Massimo CoeffMN:								
17	0.57	-0.21	0.08	0.04	0.14	0.13	-0.00	0
	0.0306	0.0306	0.0009	0.0015	1			
Massimo CoeffRes:								
17	0.57	-0.21	0.08	0.04	0.14	0.13	-0.00	0
	0.0306	0.0306	0.0009	0.0015	1			

Beam n.52 - Sezione “second [IPE 140]”

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Ver	Dist (m)	N (kN)	V12 (kN)	V13 (kN)	M12 (kNm)	M13 (kNm)	MT (kNm)	ArmNMT
	CoeffRes	CoeffMN	CoeffV	CoeffT	Classe			

Massimo CoeffT:

8	0.00	0.01	0.00	0.24	0.00	0.00	0.01	0
	0.0174	0.0000	0.0021	0.0174	1			

Beam n.131 - Sezione "PIL [HEA 220]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Ver	Dist (m)	N (kN)	V12 (kN)	V13 (kN)	M12 (kNm)	M13 (kNm)	MT (kNm)	ArmNMT
	CoeffRes	CoeffMN	CoeffV	CoeffT	Classe			

Massimo CoeffMN:

6	0.00	-26.12	6.55	1.28	-1.43	-4.42	0.00	0
	0.0547	0.0547	0.0130	0.0000	1			

Massimo CoeffRes:

6	0.00	-26.12	6.55	1.28	-1.43	-4.42	0.00	0
	0.0547	0.0547	0.0130	0.0000	1			

Beam n.133 - Sezione "PIL [HEA 220]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Ver	Dist (m)	N (kN)	V12 (kN)	V13 (kN)	M12 (kNm)	M13 (kNm)	MT (kNm)	ArmNMT
	CoeffRes	CoeffMN	CoeffV	CoeffT	Classe			

Massimo CoeffT:

7	0.00	-8.86	0.13	-6.66	-0.43	1.61	-0.00	0
	0.0215	0.0187	0.0215	0.0008	1			

Beam n.134 - Sezione "princ [HEA 220]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Ver	Dist (m)	N (kN)	V12 (kN)	V13 (kN)	M12 (kNm)	M13 (kNm)	MT (kNm)	ArmNMT
	CoeffRes	CoeffMN	CoeffV	CoeffT	Classe			

Massimo CoeffT:

7	0.00	1.76	1.20	8.87	0.00	0.00	-0.00	0
	0.0300	0.0010	0.0300	0.0007	1			

Massimo CoeffV:

6	0.00	-0.00	-0.00	34.07	0.00	0.00	0.00	0
	0.1090	0.0000	0.1090	0.0000	1			

Beam n.138 - Sezione "princ [HEA 220]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Ver	Dist (m)	N (kN)	V12 (kN)	V13 (kN)	M12 (kNm)	M13 (kNm)	MT (kNm)	ArmNMT
	CoeffRes	CoeffMN	CoeffV	CoeffT	Classe			

Massimo CoeffMN:

12	0.82	-0.00	-0.00	0.16	-0.00	70.99	0.00	0
----	------	-------	-------	------	-------	-------	------	---

	0.4768	0.4768	0.0005	0.0000	1			
Massimo CoeffRes:								
12	0.82	-0.00	-0.00	0.16	-0.00	70.99	0.00	0
	0.4768	0.4768	0.0005	0.0000	1			

Beam n.160 - Sezione "PIL [HEA 220]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Ver	Dist (m)	N (kN)	V12 (kN)	V13 (kN)	M12 (kNm)	M13 (kNm)	MT (kNm)	ArmNMT
	CoeffRes	CoeffMN	CoeffV	CoeffT	Classe			
Massimo CoeffV:								
20	0.00	-6.30	0.04	8.39	-0.00	-0.84	0.00	0
	0.0269	0.0094	0.0269	0.0006	1			

Truss n.1 - Sezione "DIAGONALI [Circolare Ø20 mm]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Ver	Dist (m)	N (kN)	V12 (kN)	V13 (kN)	M12 (kNm)	M13 (kNm)	MT (kNm)	ArmNMT
	CoeffRes	CoeffMN	CoeffV	CoeffT	Classe			
Massimo CoeffT:								
1	0.00	-3.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
	0.0421	0.0421	0.0000	0.0000	1			

Massimo CoeffV:

1	0.00	-3.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
	0.0421	0.0421	0.0000	0.0000	1			

Truss n.151 - Sezione "DIAGONALI [Circolare Ø20 mm]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Ver	Dist (m)	N (kN)	V12 (kN)	V13 (kN)	M12 (kNm)	M13 (kNm)	MT (kNm)	ArmNMT
	CoeffRes	CoeffMN	CoeffV	CoeffT	Classe			
Massimo CoeffMN:								
1	0.00	-11.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
	0.1420	0.1420	0.0000	0.0000	1			

Massimo CoeffRes:

1	0.00	-11.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
	0.1420	0.1420	0.0000	0.0000	1			

Verifica di Instabilità "~PressoFless.Acciaio SLU"

Origine del sistema di riferimento delle sollecitazioni: nel baricentro della sezione base omogenizzata;

Set Inviluppo di Verifica utilizzato: "~SL18"

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: ~ACCIAIO

Resistenza materiali per instabilità delle membrature a SLU (con t spessore sezione)

ID Materiale	Nome materiale	fy (t<40mm) (N/mm²)	fy (t>40mm) (N/mm²)	γ _{M1}
n.29	S 275	275	255	1.05

Beam n.1 - Sezione "PIL [HEA 220]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Parametri per verifica di Stabilità:

Curva instabilità sbandamento piano 12: Sezione in acciaio Curva c

Curva instabilità sbandamento piano 13: Sezione in acciaio Curva b

Lunghezza di riferimento dell'asta LRif: 3500 mm

Coefficiente per stabilità distorsionale (solo verifiche Steel World-EN15512) χ_{db} : 1

NOTA: nelle parti del testo dedicate all'indicazione della presenza o meno di ritegni per lo sbandamento, se un ritegno è stato individuato in modo automatico da CMP compare anche la scritta "(A)":

Descrizione	Piano 1-2	Piano 1-3	Svergolamento
Coefficienti di vincolo	1	1	1
Lunghezze effettive aste	3500 mm	3500 mm	3500 mm
Lunghezze libere di inflessione	3500 mm	3500 mm	3500 mm
Ritegno per lo sbandamento inizio Beam (nodo 1)	presente (A)	presente (A)	presente (A)
Ritegno per lo sbandamento fine Beam (nodo 2)	presente (A)	presente (A)	presente (A)

Snellezza sbandamento piano 12: 63.5018

Snellezza sbandamento piano 13: 38.1707

Ver	Dist (m)	N (kN)	M12 (kNm)	M13 (kNm)	CoeffN	CoeffNM12	CoeffNM13	Classe
Massimo CoeffNM13:								
11	1.75	-7.50	-1.13	-6.56	0.0063	0.0371	0.0599	1

Beam n.35 - Sezione "princ [HEA 220]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Parametri per verifica di Stabilità:

Curva instabilità sbandamento piano 12: Sezione in acciaio Curva c

Curva instabilità sbandamento piano 13: Sezione in acciaio Curva b

Lunghezza di riferimento dell'asta LRif: 8250 mm

Coefficiente per stabilità distorsionale (solo verifiche Steel World-EN15512) χ_{db} : 1

NOTA: nelle parti del testo dedicate all'indicazione della presenza o meno di ritegni per lo sbandamento, se un ritegno è stato individuato in modo automatico da CMP compare anche la scritta "(A)":

Descrizione	Piano 1-2	Piano 1-3	Svergolamento
Coefficienti di vincolo	1	1	1
Lunghezze effettive aste	1650 mm	8250 mm	1650 mm
Lunghezze libere di inflessione	1650 mm	8250 mm	1650 mm
Ritegno per lo sbandamento inizio Beam (nodo 17)	assente (A)	assente (A)	assente (A)
Ritegno per lo sbandamento fine Beam (nodo 6)	presente (A)	presente (A)	presente (A)

Snellezza sbandamento piano 12: 29.9365

Snellezza sbandamento piano 13: 89.9738

Ver	Dist (m)	N (kN)	M12 (kNm)	M13 (kNm)	CoeffN	CoeffNM12	CoeffNM13	Classe
-----	-------------	-----------	--------------	--------------	--------	-----------	-----------	--------

Massimo CoeffN:

1 0.41 -3.11 -0.71 11.59 0.0032 0.0833 0.0854 1

Beam n.47 - Sezione "second [IPE 140]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Parametri per verifica di Stabilità:

Curva instabilità sbandamento piano 12: Sezione in acciaio Curva b

Curva instabilità sbandamento piano 13: Sezione in acciaio Curva a

Lunghezza di riferimento dell'asta LRif: 5750 mm

Coefficiente per stabilità distorsionale (solo verifiche Steel World-EN15512) χ_{db} : 1

NOTA: nelle parti del testo dedicate all'indicazione della presenza o meno di ritegni per lo sbandamento, se un ritegno è stato individuato in modo automatico da CMP compare anche la scritta "(A)":

Descrizione	Piano 1-2	Piano 1-3	Svergolamento
Coefficienti di vincolo	1	1	1
Lunghezze effettive aste	2875 mm	5750 mm	2875 mm
Lunghezze libere di inflessione	2875 mm	5750 mm	2875 mm
Ritegno per lo sbandamento inizio Beam (nodo 16)	presente (A)	assente (A)	presente (A)
Ritegno per lo sbandamento fine Beam (nodo 36)	assente (A)	assente (A)	assente (A)

Snellezza sbandamento piano 12: 173.857

Snellezza sbandamento piano 13: 100.172

Ver	Dist (m)	N (kN)	M12 (kNm)	M13 (kNm)	CoeffN	CoeffNM12	CoeffNM13	Classe
-----	-------------	-----------	--------------	--------------	--------	-----------	-----------	--------

Massimo CoeffNM12:

17 0.29 -0.25 0.14 0.13 0.0028 0.0252 0.0382 1

Beam n.127 - Sezione "second [IPE 140]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Parametri per verifica di Stabilità:

Curva instabilità sbandamento piano 12: Sezione in acciaio Curva b

Curva instabilità sbandamento piano 13: Sezione in acciaio Curva a

Lunghezza di riferimento dell'asta LRif: 2875 mm

Coefficiente per stabilità distorsionale (solo verifiche Steel World-EN15512) χ_{db} : 1

NOTA: nelle parti del testo dedicate all'indicazione della presenza o meno di ritegni per lo sbandamento, se un ritegno è stato individuato in modo automatico da CMP compare anche la scritta "(A)":

Descrizione	Piano 1-2	Piano 1-3	Svergolamento
Coefficienti di vincolo	1	1	1
Lunghezze effettive aste	2875 mm	2875 mm	2875 mm
Lunghezze libere di inflessione	2875 mm	2875 mm	2875 mm

Ritegno per lo sbandamento inizio Beam (nodo 6)	presente (A)	presente (A)	presente (A)
Ritegno per lo sbandamento fine Beam (nodo 108)	presente (A)	presente (A)	presente (A)

Snellezza sbandamento piano 12: 173.857

Snellezza sbandamento piano 13: 50.0861

Ver	Dist (m)	N (kN)	M12 (kNm)	M13 (kNm)	CoeffN	CoeffNM12	CoeffNM13	Classe
Massimo CoeffN:								
1	1.44	-3.67	0.00	0.13	0.0408	0.0187	0.0505	1
Massimo CoeffNM13:								
1	1.44	-3.67	0.00	0.13	0.0408	0.0187	0.0505	1

Beam n.131 - Sezione "PIL [HEA 220]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Parametri per verifica di Stabilità:

Curva instabilità sbandamento piano 12: Sezione in acciaio Curva c

Curva instabilità sbandamento piano 13: Sezione in acciaio Curva b

Lunghezza di riferimento dell'asta LRif: 3500 mm

Coefficiente per stabilità distorsionale (solo verifiche Steel World-EN15512) χ_{db} : 1

NOTA: nelle parti del testo dedicate all'indicazione della presenza o meno di ritegni per lo sbandamento, se un ritegno è stato individuato in modo automatico da CMP compare anche la scritta "(A)":

Descrizione	Piano 1-2	Piano 1-3	Svergolamento
Coefficienti di vincolo	1	1	1
Lunghezze effettive aste	100 mm	3500 mm	100 mm
Lunghezze libere di inflexione	100 mm	3500 mm	100 mm
Ritegno per lo sbandamento inizio Beam (nodo 110)	presente (A)	presente (A)	presente (A)
Ritegno per lo sbandamento fine Beam (nodo 115)	presente (A)	assente (A)	presente (A)

Snellezza sbandamento piano 12: 1.81434

Snellezza sbandamento piano 13: 38.1707

Ver	Dist (m)	N (kN)	M12 (kNm)	M13 (kNm)	CoeffN	CoeffNM12	CoeffNM13	Classe
Massimo CoeffNM12:								
11	0.05	-26.12	-1.43	-4.42	0.0170	0.0447	0.0502	1

Beam n.134 - Sezione "princ [HEA 220]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Parametri per verifica di Stabilità:

Curva instabilità sbandamento piano 12: Sezione in acciaio Curva c

Curva instabilità sbandamento piano 13: Sezione in acciaio Curva b

Lunghezza di riferimento dell'asta LRif: 8250 mm

Coefficiente per stabilità distorsionale (solo verifiche Steel World-EN15512) χ_{db} : 1

NOTA: nelle parti del testo dedicate all'indicazione della presenza o meno di ritegni per lo sbandamento, se un ritegno è stato individuato in modo automatico da CMP compare anche la scritta "(A)":

Descrizione	Piano 1-2	Piano 1-3	Svergolamento
Coefficienti di vincolo	1	1	1
Lunghezze effettive aste	1650 mm	8250 mm	1650 mm
Lunghezze libere di inflessione	1650 mm	8250 mm	1650 mm
Ritegno per lo sbandamento inizio Beam (nodo 109)	presente (A)	presente (A)	presente (A)
Ritegno per lo sbandamento fine Beam (nodo 103)	assente (A)	assente (A)	assente (A)

Snellenza sbandamento piano 12: 29.9365

Snellenza sbandamento piano 13: 89.9738

Ver	Dist (m)	N (kN)	M12 (kNm)	M13 (kNm)	CoeffN	CoeffNM12	CoeffNM13	Classe
Massimo CoeffNM13:								
12	0.41	-0.00	-0.00	70.99	0.0000	0.4530	0.4505	1
Massimo CoeffNM12:								
12	0.41	-0.00	-0.00	70.99	0.0000	0.4530	0.4505	1

Beam n.153 - Sezione "PIL [HEA 220]"

Coord.punto di applicazione sforzo N (piano locale 2-3): 0 m; 0 m

Riepilogo tratti di armatura sull'asta:

Sezione Base fino a fine asta

Tipo Sezione: Laminato

Parametri per verifica di Stabilità:

Curva instabilità sbandamento piano 12: Sezione in acciaio Curva c

Curva instabilità sbandamento piano 13: Sezione in acciaio Curva b

Lunghezza di riferimento dell'asta LRif: 3500 mm

Coefficiente per stabilità distorsionale (solo verifiche Steel World-EN15512) χ_{db} : 1

NOTA: nelle parti del testo dedicate all'indicazione della presenza o meno di ritegni per lo sbandamento, se un ritegno è stato individuato in modo automatico da CMP compare anche la scritta "(A)":

Descrizione	Piano 1-2	Piano 1-3	Svergolamento
Coefficienti di vincolo	1	1	1
Lunghezze effettive aste	3300 mm	3500 mm	3300 mm
Lunghezze libere di inflessione	3300 mm	3500 mm	3300 mm
Ritegno per lo sbandamento inizio Beam (nodo 114)	presente (A)	assente (A)	presente (A)
Ritegno per lo sbandamento fine Beam (nodo 122)	presente (A)	assente (A)	presente (A)

Snellenza sbandamento piano 12: 59.8731

Snellenza sbandamento piano 13: 38.1707

Ver	Dist (m)	N (kN)	M12 (kNm)	M13 (kNm)	CoeffN	CoeffNM12	CoeffNM13	Classe
Massimo CoeffN:								
1	1.65	-36.56	-0.06	0.00	0.0297	0.0240	0.0300	1

2.9 Verifiche agli stati limite di esercizio

Di seguito sono riportate le verifiche agli SLO degli elementi beaml più gravose per ogni armatura e sezione. Per informazioni esaustive sulle verifiche eseguite ed i risultati di ciascun elemento si rimanda ai tabulati di calcolo contenuti nel CD allegato.

VERIFICHE DI DEFORMABILITÀ SU BEAM - TRUSS

Significato dei parametri:

X = componente di spostamento lungo l'asse X;

Y = componente di spostamento lungo l'asse Y;

XY = componente di spostamento combinato;

Z = spostamento Z per elementi trave;

FattX, FattY, FattXY, FattZ = viene rappresentato il valore FF (mostrato con anteposta la stringa "1/") corrispondente al fattore moltiplicativo dello spostamento necessario per ottenere la lunghezza di riferimento. Se il fattore FF è maggiore del fattore di riferimento ammissibile NN la verifica è soddisfatta;

RappX, RappY, RappXY, RappZ = viene rappresentato il valore NN/FF tra il fattore limite della verifica e il fattore rilevato. Se il rapporto è ≤ 1 la verifica è soddisfatta, se > 1 non è soddisfatta.

Nodo = ID nodo a cui si riferiscono i suddetti valori;

Nodo Rif = ID nodo di riferimento per gli spostamenti relativi;

Tipo = tipo di asta (Beam/Truss);

Asta = ID asta a cui si riferiscono i valori;

Un asterisco a fianco di un record individua le verifiche non soddisfatte

A seguito verranno indicate le 10 VERIFICHE PIÙ GRAVOSE per ogni elemento beam-truss

Verifica di deformabilità "SLO"

Tipo verifica: Spostamenti orizzontali relativi

Limite ammissibile deformazione (1/NN) = 1 / 300

Verifiche effettuate sull'involuppo di sollecitazioni ~SL18 SLO Sism. Orizz. Dannegg.

Descrizione involuppo "~SL18 SLO Sism. Orizz. Dannegg."

Agisce su tutte le entità del modello.

Condizioni di involuppo automatiche

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

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

Descrizione involuppo "~SL18 SLO Sism. Orizz. Dannegg._1":

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	PP	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	PP-cop	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	Sa-cop	Variabile		0	0
CdC elem. 1Dy	Sisma SLO X Dx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 2Dy	Sisma SLO X Sx	Var.non Contemp.	1	-1	1
CdC elem. 3Dy	Sisma SLO Y Dx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3
CdC elem. 4Dy	Sisma SLO Y Sx	Var.non Contemp.	2	-0.3	0.3

Descrizione involuppo "~SL18 SLO Sism. Orizz. Dannegg._2":

n°CdC o Involuppo	Nome CdC o Involuppo	Tipologia	Gruppo	Molt.Min	Molt.Max
CdC elem. 1St	PP	Permanente		1	1
CdC elem. 2St	PP-cop	Permanente		0.8	1
CdC elem. 3St	Sa-cop	Variabile		0	0
CdC elem. 1Dy	Sisma SLO X Dx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 2Dy	Sisma SLO X Sx	Var.non Contemp.	1	-0.3	0.3
CdC elem. 3Dy	Sisma SLO Y Dx	Var.non Contemp.	2	-1	1
CdC elem. 4Dy	Sisma SLO Y Sx	Var.non Contemp.	2	-1	1

Gruppo di Selezione su cui agisce la verifica: tutto il modello

Peggiori valori FattX rilevati:

Tipo	Asta	Nodo FattX	Nodo Rif FattY	X (mm) FattXY	Y (mm) RappX	XY (mm) RappY	RappXY
Beam	1	2	1	0.91284	0.508029	1.01397	
		1/3834.19	1/6889.36	1/3451.78	0.0782434	0.0435454	0.0869117
Beam	3	6	5	0.912733	0.506395	1.01366	
		1/3834.64	1/6911.61	1/3452.83	0.0782342	0.0434053	0.0868852
Beam	129	109	120	0.0260751	0.0262734	0.0346892	
		1/3835.07	1/3806.13	1/2882.74	0.0782254	0.0788201	0.104068
Beam	127	108	122	0.0260743	0.0261759	0.0301127	
		1/3835.19	1/3820.31	1/3320.86	0.0782229	0.0785277	0.090338
Beam	154	120	115	0.584763	0.469425	0.713848	
		1/5643.31	1/7029.88	1/4622.83	0.0531603	0.042675	0.0648953
Beam	153	122	114	0.584722	0.46786	0.713545	
		1/5643.71	1/7053.39	1/4624.8	0.0531565	0.0425327	0.0648677
Beam	26	22	121	0.0119516	0.0229514	0.0239612	
		1/8367.09	1/4357.04	1/4173.41	0.0358548	0.0688541	0.0718837
Beam	8	4	118	0.0108374	0.0261766	0.0261829	
		1/9227.32	1/3820.21	1/3819.28	0.0325122	0.0785297	0.0785488
Beam	36	8	119	0.0108353	0.0260822	0.0260887	
		1/9229.08	1/3834.03	1/3833.07	0.0325059	0.0782467	0.0782662
Beam	156	118	117	0.216628	0.459132	0.459292	
		1/15233.5	1/7187.47	1/7184.98	0.0196935	0.0417393	0.0417538

Peggiori valori FattY rilevati:

Tipo	Asta	Nodo FattX	Nodo Rif FattY	X (mm) FattXY	Y (mm) RappX	XY (mm) RappY	RappXY
Beam	129	2	1	0.91284	0.508029	1.01397	
		1/3834.19	1/6889.36	1/3451.78	0.0782434	0.0435454	0.0869117
Beam	8	4	118	0.0108374	0.0261766	0.0261829	
		1/9227.32	1/3820.21	1/3819.28	0.0325122	0.0785297	0.0785488
Beam	127	108	122	0.0260743	0.0261759	0.0301127	
		1/3835.19	1/3820.31	1/3320.86	0.0782229	0.0785277	0.090338
Beam	36	8	119	0.0108353	0.0260822	0.0260887	
		1/9229.08	1/3834.03	1/3833.07	0.0325059	0.0782467	0.0782662
Beam	26	22	121	0.0119516	0.0229514	0.0239612	
		1/8367.09	1/4357.04	1/4173.41	0.0358548	0.0688541	0.0718837
Beam	152	121	113	0.214893	0.521971	0.536515	
		1/15356.5	1/6322.19	1/6150.81	0.0195357	0.0474519	0.0487741
Beam	1	2	1	0.91284	0.508029	1.01397	
		1/3834.19	1/6889.36	1/3451.78	0.0782434	0.0435454	0.0869117
Beam	3	6	5	0.912733	0.506395	1.01366	
		1/3834.64	1/6911.61	1/3452.83	0.0782342	0.0434053	0.0868852
Beam	154	120	115	0.584763	0.469425	0.713848	
		1/5643.31	1/7029.88	1/4622.83	0.0531603	0.042675	0.0648953
Beam	153	122	114	0.584722	0.46786	0.713545	
		1/5643.71	1/7053.39	1/4624.8	0.0531565	0.0425327	0.0648677

Peggiori valori FattXY rilevati:

Tipo	Asta	Nodo FattX	Nodo Rif FattY	X (mm) FattXY	Y (mm) RappX	XY (mm) RappY	RappXY
Beam	129	2	1	0.91284	0.508029	1.01397	
		1/3834.19	1/6889.36	1/3451.78	0.0782434	0.0435454	0.0869117
Beam	127	108	122	0.0260743	0.0261759	0.0301127	
		1/3835.19	1/3820.31	1/3320.86	0.0782229	0.0785277	0.090338
Beam	1	2	1	0.91284	0.508029	1.01397	
		1/3834.19	1/6889.36	1/3451.78	0.0782434	0.0435454	0.0869117
Beam	3	6	5	0.912733	0.506395	1.01366	
		1/3834.64	1/6911.61	1/3452.83	0.0782342	0.0434053	0.0868852
Beam	8	4	118	0.0108374	0.0261766	0.0261829	
		1/9227.32	1/3820.21	1/3819.28	0.0325122	0.0785297	0.0785488
Beam	36	8	119	0.0108353	0.0260822	0.0260887	
		1/9229.08	1/3834.03	1/3833.07	0.0325059	0.0782467	0.0782662
Beam	26	22	121	0.0119516	0.0229514	0.0239612	
		1/8367.09	1/4357.04	1/4173.41	0.0358548	0.0688541	0.0718837
Beam	154	120	115	0.584763	0.469425	0.713848	
		1/5643.31	1/7029.88	1/4622.83	0.0531603	0.042675	0.0648953
Beam	153	122	114	0.584722	0.46786	0.713545	
		1/5643.71	1/7053.39	1/4624.8	0.0531565	0.0425327	0.0648677
Beam	152	121	113	0.214893	0.521971	0.536515	
		1/15356.5	1/6322.19	1/6150.81	0.0195357	0.0474519	0.0487741

2.10 Altri risultati significativi

Di seguito si riportano altri risultati ritenuti significativi relativamente ad elementi strutturali o non strutturali non schematizzati nel modello di calcolo.

2.10.1 VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI D'IMPALCATO

Nella relazione Illustrativa (Cap. 1) si sono riportati i calcoli e le verifiche di tutti gli orizzontamenti.

2.10.2 VERIFICA DEI COLLEGAMENTI

2.10.2.1 ANCORAGGIO PIASTRA DI BASE ALLA FONDAZIONE

Si riporta la verifica dell'ancoraggio in fondazione. A scopo cautelativo si è considerata la presenza di soli 4 perni M20 mentre sulle tavole si è considerato di inserire 8 perni M20 per ciascun pilastro.

1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante: HIT-HY 200-A + HAS-U 8.8 M20

Hilti Seismic set o altro sistema per il riempimento dello spazio aulare tra piastra e ancoi

Profondità di posa effettiva: $h_{ef,act} = 208 \text{ mm}$ ($h_{ef,lim} = - \text{ mm}$)

Materiale: 8.8

Certificazione No.: ETA 11/0493

Emesso l Valido: 07/08/2019 | -

Prova: metodo di calcolo EN 1992-4, Chimico+ Sismico (Section 9, Annex C)

Categoria di performance sismica: C2

Tipologia di verifica sismica: 9.2 (3) a1) Gerarchia delle resistenze

Percentuale di carico sismico $\leq 20\%$: no

Spostamenti massimi richiesti per l'SLD: Carico di trazione $\delta_{N,req(DLS)} = 0.50 \text{ mm}$, Carico di taglio $\delta_{V,req(DLS)} = 2.50 \text{ mm}$

Fissaggio distanziato: $e_b = 0 \text{ mm}$ (Senza distanziamento); $t = 15 \text{ mm}$

Piastra d'ancoraggio: $l_x \times l_y \times t = 400 \text{ mm} \times 400 \text{ mm} \times 15 \text{ mm}$; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)

Profilo: IPBi/HEA, IPBi 200 / HE 200 A; (L x W x T x FT) = 190 mm x 200 mm x 7 mm x 10 mm

Materiale base: fessurato calcestruzzo, C25/30, $f_{c,91} = 25.00 \text{ N/mm}^2$; $h = 1,000 \text{ mm}$, Temp. Breve/Lungo: 0/0 °C

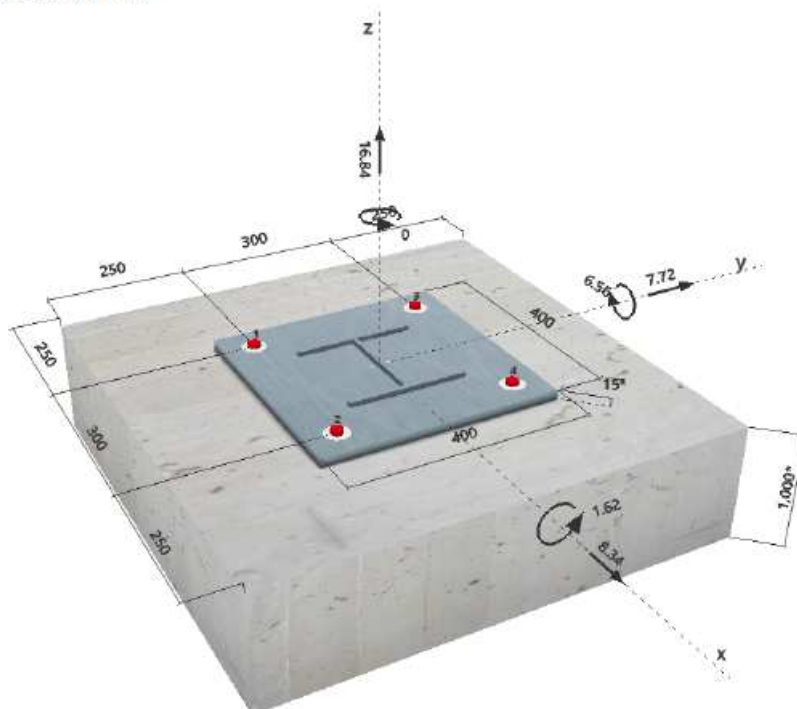
Installazione: Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto

Armatura: nessuna armatura o interasse tra le armature $\geq 150 \text{ mm}$ (qualunque $\emptyset$) o $\geq 100 \text{ mm}$ ($\emptyset \leq 10 \text{ mm}$)
senza armatura di bordo longitudinale



^R - Il calcolo dell'ancoraggio presuppone la presenza di una piastra di ancoraggio rigida.

Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



1.1 Combinazioni di carico

Caso	Descrizione	Forze [kN] / Momenti [kNm]	Sismico	Fuoco	Utilizzo massimo [%]
1	Combinazione 1	$V_x = 0.380$; $V_y = 0.420$; $N = -37.110$; $M_x = 0.100$; $M_y = 0.040$; $M_z = 0.000$; $N_{sus} = 0.000$; $M_{x,sus} = 0.000$; $M_{y,sus} = 0.000$;	no	no	2
2	Combinazione 2	$V_x = 8.340$; $V_y = 7.720$; $N = 16.840$; $M_x = 1.620$; $M_y = 6.560$; $M_z = 0.000$; $N_{sus} = 0.000$; $M_{x,sus} = 0.000$; $M_{y,sus} = 0.000$;	C2	no	100

2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante (ULS)

Condizione di carico: Carichi di progetto

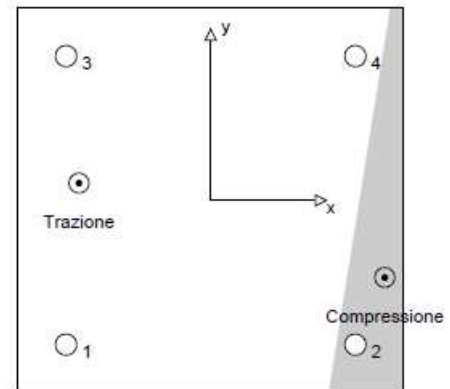
Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	13.323	2.841	2.085	1.930
2	0.000	2.841	2.085	1.930
3	15.598	2.841	2.085	1.930
4	1.345	2.841	2.085	1.930

Compressione max. nel calcestruzzo: 0.07 [%]
Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: 2.15 [N/mm²]
risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(-137/18): 30.266 [kN]
risultante delle forze di compressione (x/y)=(181/-80): 13.426 [kN]

Le forze di ancoraggio vengono calcolate presupponendo una piastra di ancoraggio rigida.



3 Carico di trazione (EN 1992-4, Sezione 7.2.1, Allegato C, Sezione C.5)

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_N [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	15.598	130.667	12	OK
Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento**	30.266	40.915	74	OK
Rottura conica del calcestruzzo**	30.266	59.975	51	OK
Fessurazione**	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

3.1 Rottura dell'acciaio

$N_{Rk,s,eq}^0$ [kN]	α_{gap}	α_{eq}	$N_{Rk,s,eq}$ [kN]		
196.000	1.000	1.000	196.000		
$\gamma_{M,s,eq}$	$N_{Rd,s,eq}$ [kN]	$N_{Ed,eq}$ [kN]	$\delta_{N,req(DLS)}$ [mm]	$\delta_{N,eq(DLS)}$ [mm]	$N_{Rd,s,eq, reduced}$ [kN]
1.500	130.667	15.598	0.50	0.50	130.667

3.2 Rottura combinata conica del calcestruzzo e per sfilamento

$A_{p,N}$ [mm ²]	$A_{p,N}^0$ [mm ²]	$\tau_{Rk,ucr,20}$ [N/mm ²]	$s_{cr,Np}$ [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]	$f_{c,oyl}$ [N/mm ²]
550,000	250,000	18.00	619	310	250	25.00
h_{ef} [mm]	$c_{cr,Np}$ [mm]	$s_{cr,Np}$ [mm]				
168	250	500				
$\psi_{c,eq}$	$\tau_{Rk,eq}$ [N/mm ²]	k_3	$\tau_{Rk,c}$ [N/mm ²]	$\psi_{q,Np}^0$	$\psi_{q,Np}$	
1.000	4.30	7.700	7.94	1.440	1.099	
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	$\psi_{re,Np}$	
87	0.743	32	0.886	1.000	1.000	
ψ_{sus}^0	α_{sus}	ψ_{sus}				
0.740	0.000	1.000				
$N_{Rk,p}^0$ [kN]	α_{gap}	α_{eq}	$N_{Rk,p,eq}$ [kN]			
45.362	1.000	0.850	61.372			
$\gamma_{M,p,eq}$	$N_{Rd,p,eq}$ [kN]	$N_{Ed,eq}$ [kN]	$\delta_{N,req(DLS)}$ [mm]	$\delta_{N,eq(DLS)}$ [mm]	$N_{Rd,p,eq, reduced}$ [kN]	
1.500	40.915	30.266	0.50	0.50	40.915	

3.3 Rottura conica del calcestruzzo

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]	$f_{c,gr}$ [N/mm ²]			
550,000	250,000	312	624	25.00			
h_{ef} [mm]	$c_{cr,N}$ [mm]	$s_{cr,N}$ [mm]					
167	250	500					
$e_{c1,N}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,N}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$		
87	0.743	32	0.886	1.000	1.000		
z [mm]	$\psi_{M,N}$	k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	α_{gap}	α_{eq}	$N_{Rk,c,eq}$ [kN]	
332	1.000	7.700	82.839	1.000	0.750	89.963	
$\gamma_{M,c,eq}$	$N_{Rd,c,eq}$ [kN]	$N_{Ed,eq}$ [kN]	$\delta_{N,reg(DLS)}$ [mm]	$\delta_{N,eq(DLS)}$ [mm]	$N_{Rd,c,eq, reduced}$ [kN]		
1.500	59.975	30.266	0.50	0.50	59.975		

4 Atschuitbelasting (EN 1992-4, Paragraaf 7.2.2, Annex C, Sectie C.5)

	Belasting [kN]	Capaciteit [kN]	Benutting β_V [%]	Status
Staalbreuk (zonder hefboomsarm)*	2.841	48.280	6	OK
Staalbreuk (met hefboomsarm)*	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.	N.V.T.
Betonachteruitbreken**	11.365	212.067	6	OK
Betonrandbreuk in richting x+**	9.190	35.587	26	OK

* ongunstigste anker **ankergroep (geactiveerde ankers)

4.1 Staalbreuk (zonder hefboomsarm)

$V_{Rk,s,eq}^0$ [kN]	k_7	α_{gap}	α_{eq}	$V_{Rk,s,eq}$ [kN]	
71.000	1.000	1.000	0.850	60.350	
$\gamma_{M,s,eq}$	$V_{Rd,s,eq}$ [kN]	$V_{Ed,eq}$ [kN]	$\delta_{V,reg(DLS)}$ [mm]	$\delta_{V,eq(DLS)}$ [mm]	$V_{Rd,s,eq, reduced}$ [kN]
1.250	48.280	2.841	2.50	2.50	48.280

4.2 Betonachteruitbreken (door betonkegelbreuk)

$A_{c,N}$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{gr,N}$ [mm]	$s_{gr,N}$ [mm]	$f_{c,grl}$ [N/mm ²]	k_8	
640.000	250.000	312	624	25.00	2.000	
h_{ef} [mm]	$c_{gr,N}$ [mm]	$s_{gr,N}$ [mm]				
167	250	500				
$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0	1.000	0	1.000	1.000	1.000	1.000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	α_{gap}	α_{eq}	$V_{Rk,cp,eq}^0$ [kN]	$V_{Rk,cp,eq}$ [kN]	
7.700	82.839	1.000	0.750	424.135	318.101	
$\gamma_{M,c,p,eq}$	$V_{Rd,cp,eq}$ [kN]	$V_{Ed,eq}$ [kN]	$\delta_{V,reg(DLS)}$ [mm]	$\delta_{V,eq(DLS)}$ [mm]	$V_{Rd,cp,eq, reduced}$ [kN]	
1.500	212.067	11.365	2.50	2.50	212.067	

4.3 Betonrandbreuk in richting x+

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_9	α	β	$f_{c,grl}$ [N/mm ²]
208	20.0	1.700	0.091	0.060	25.00
c_1 [mm]	$A_{c,V}$ [mm ²]	$A_{c,V}^0$ [mm ²]			
250	300,000	281,250			
$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	$\psi_{a,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$	$\psi_{re,V}$
0.900	1.000	1.074	0	1.000	1.000
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	k_T	α_{gap}	α_{eq}	$V_{Rk,c,eq}$ [kN]	
60.936	1.0	1.000	0.850	53.381	
$\gamma_{M,c,eq}$	$V_{Rd,c,eq}$ [kN]	$V_{Ed,eq}$ [kN]	$\delta_{V,reg(DLS)}$ [mm]	$\delta_{V,eq(DLS)}$ [mm]	$V_{Rd,c,eq, reduced}$ [kN]
1.500	35.587	9.190	2.50	2.50	35.587

5 Combinatie van trek en afschuiving (EN 1992-4, Paragraaf 7.2.3 Annex C, Sectie C.5 (3))

Staal bezwijken

β_N	β_V	k_{15}	Benutting $\beta_{N,V}$ [%]	Status
0.119	0.059	1.000	18	OK

$$\beta_N^{k_{15}} + \beta_V^{k_{15}} \leq 1.0$$

Beton bezwijken

β_N	β_V	k_{15}	Benutting $\beta_{N,V}$ [%]	Status
0.740	0.258	1.000	100	OK

$$\beta_N^{k_{15}} + \beta_V^{k_{15}} \leq 1.0$$

6 Waarschuwingen

- De rekenmethoden in PROFIS Anchor gaan uit van starre ankerplaten volgens de geldende normen (ETAG 001/Annex C, EOTA TR029, etc.). Met deze functie van PROFIS anker kunt u de minimale ankerplaatdikte berekenen middels de Eindige Elementen Methode (FEM) voor het gekozen anker om de spanning in de ankerplaat te minimaliseren, gebaseerd op een starre ankerplaat en lastverdeling. De toetsing of de ankerplaat star genoeg is wordt niet uitgevoerd door PROFIS anker. Aannames en resultaten moeten altijd worden gecontroleerd op juistheid.
- Controleer de nationale regelgeving voor juiste selectie van de seismische categorie!
- Controle van de overdracht van de belasting aan het basis materiaal is benodigd volgens EN 1992-4, Annex A!
- Het ontwerp is alleen geldig als het gat in het staal niet groter is dan de waarde gegeven in Tabel 6.1 van EN 1992-4! Voor grotere diameters van de gaten in het staal zie sectie 6.2.2 van EN 1992-4!
- De lijst van benodigheden is slechts ter informatie voor de gebruiker. In elk geval, dienen de gebruiksinstructies behorende bij het produkt opgevolgd te worden om een juiste installatie te bewerkstelligen.
- Voor de bepaling van $\Psi_{re,v}$ (betonrand breuk) is een dekking van de randwapening van $c = 30$ mm aangenomen
- Boorgateiniging moet volgens de gebruiksaanwijzingen worden uitgevoerd (2x blazen met olievrije perslucht (min. 6 bar), 2x borstelen, 2x blazen met olievrije perslucht (min. 6 bar)).
- Karakteristieke hechtspanningen zijn afhankelijk van korte en lange termijn temperaturen.
- Er is geen randwapening vereist om spleten te voorkomen

Verbinding is VEILIG!

V [N] risultante	11365
n perni	8
Vperno [N]	1421
N [N] totale	168400
n perni	8
Nperno [N]	21050
M [Nmm]	6560000
braccio [mm]	300
Ndato da momento [Nmm]	21867
n perni a momento	3
Nperno da momento [Nmm]	7289
Nperno TOTALE [N]	28339

RESISTENZA BULLONI A TAGLIO	
ftb [MPa]	800
Ares[mmq]	256
γ_{M2}	1.25
FVrd [N]	98304

RESISTENZA TRAZIONE DEI BULLONI	
ftb [MPa]	800
Ares[mmq]	256
γ_{M2}	1.25

Ftrd [N]	147456
----------	--------

RESISTENZA BULLONI A TAGLIO	
(Fved/FVrd)<1	0.01

RESISTENZA BULLONI A TRAZIONE	
(Fted/FVtd)<1	0.19

RESISTENZA BULLONI A TRAZIONE e TAGLIO	
(Fved/FVrd) +(Fted/1.4/FVtd)<1	0.15

RESISTENZA A PUNZONAMENTO PIATTO	
ftK [MPa]	275
tp [mm]	15
dm [mm]	20
γ_{M2}	1.25
Bprd [N]	124344
Verifica: V/Bprd<1	0.23

RESISTENZA RIFOLLAMENTO PIATTO	
ftK [MPa]	235
d [mm]	20
t [mm]	15
ftb [MPa]	800
ft [MPa]	235
e1 [mm]	13
d0 [mm]	13
e2 [mm]	25
a	0.333
k	2.5
γ_{M2}	1.25
FbRd [N]	47000
Verifica: f/FbRd<1	0.03

2.10.2.2 PIASTRA TRAVE PRINCIPALE-PILASTRO

Il collegamento è fatto con 4 M20 cl.8.8. La piastra ha uno spessore di 10mm.

Valori massimi di sollecitazione rilevati per l'involuppo Beam\Truss ~SL18 STR SLV									
Tipo n°Asta	Tipo Asta	X (mm)	N (kN)	T12 (kN)	T13 (kN)	MT (kNm)	M12 (kNm)	M13 (kNm)	
N min	159	Beam	0	-35	-0	0	0	-0	
N max	158	Beam	100	-2	-2	4	0	-0	
T12 min	159	Beam	0	-9	-7	-0	0	1	0
T12 max	157	Beam	0	-2	7	-0	0	-1	0
T13 min	160	Beam	0	-7	-0	-8	-0	0	1
T13 max	160	Beam	0	-7	0	8	0	-0	-1
Mt min	160	Beam	0	-7	0	-7	-0	-0	1
Mt max	160	Beam	0	-7	-0	7	0	0	-1
M12 min	157	Beam	0	-2	7	-0	0	-1	0
M12 max	159	Beam	0	-9	-7	-0	0	1	0
M13 min	160	Beam	0	-7	0	8	0	-0	-1
M13 max	160	Beam	0	-7	-0	-8	-0	0	1

Sollecitazioni SLV massime sulla testa del pilastro

Verifiche

SOLLECITAZIONI

V [N] risultante	10630
n perni	4
Vperno [N]	2658
N [N] totale	0
n perni	4
Nperno [N]	0
M [Nmm]	531507
braccio [mm]	160
Ndato da momento [Nmm]	3322
n perni a momento	2
Nperno da momento [Nmm]	1661
Nperno TOTALE [N]	1661

RESISTENZA BULLONI A TAGLIO	
ftb [MPa]	800
Ares[mmq]	256
γM2	1.25
FVrd [N]	98304

RESISTENZA TRAZIONE DEI BULLONI	
ftb [MPa]	800
Ares[mmq]	256
γM2	1.25
Ftrd [N]	147456

RESISTENZA BULLONI A TAGLIO	
(Fved/FVrd)<1	0.03

RESISTENZA BULLONI A TRAZIONE	
$(F_{td}/F_{Vtd}) < 1$	0.01

RESISTENZA BULLONI A TRAZIONE e TAGLIO	
$(F_{vd}/F_{Vrd}) + (F_{td}/1.4/F_{Vtd}) < 1$	0.04

RESISTENZA A PUNZONAMENTO PIATTO	
f_{tK} [MPa]	235
t_p [mm]	10
d_m [mm]	20
γ_{M2}	1.25
B_{prd} [N]	70838
Verifica: $V/B_{prd} < 1$	0.02

RESISTENZA RIFOLLAMENTO PIATTO	
f_{tK} [MPa]	235
d [mm]	20
t [mm]	10
f_{tb} [MPa]	800
f_t [MPa]	235
e_1 [mm]	20
d_0 [mm]	20
e_2 [mm]	160
a	0.333
k	2.5
γ_{M2}	1.25
F_{bRd} [N]	31333
Verifica: $f/F_{bRd} < 1$	0.08

2.10.2.3 PIASTRA TRAVE PRINCIPALE-TRAVE SECONDARIA

Il collegamento è realizzato con una squadretta a L con 1 premo M12.

Valori massimi di sollecitazione rilevati per l'involuppo Beam\Truss ~SL18 STR SLV

	Tipo n°Asta	Tipo Asta	X (mm)	N (kN)	T12 (kN)	T13 (kN)	MT (kNm)	M12 (kNm)	M13 (kNm)
N min	127	Beam	0.00	-3.67	0.00	0.19	-0.00	0.00	0.00
N max	127	Beam	0.00	3.66	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00
T12 min	47	Beam	0.00	0.25	-0.16	0.18	-0.00	0.00	0.00
T12 max	47	Beam	0.00	-0.25	0.16	0.19	-0.00	0.00	0.00
T13 min	127	Beam	2875.00	-0.01	0.00	-0.24	0.00	0.00	-0.00
T13 max	47	Beam	0.00	0.00	0.00	0.24	-0.00	0.00	0.00
Mt min	112	Beam	0.00	0.01	0.00	0.24	-0.01	0.00	0.00
Mt max	52	Beam	0.00	0.01	0.00	0.24	0.01	0.00	0.00
M12 min	48	Beam	575.00	0.21	-0.08	0.04	-0.00	-0.14	0.13
M12 max	48	Beam	575.00	-0.21	0.08	0.04	-0.00	0.14	0.13
M13 min	127	Beam	2875.00	-0.01	0.00	-0.24	0.00	0.00	-0.00
M13 max	127	Beam	1400.00	-0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.17

Sollecitazioni SLV massime

Verifiche

SOLLECITAZIONI

V [N] risultante	288
n perni	2
Vperno [N]	144
N [N] totale	3660
n perni	2
Nperno [N]	1830
M [Nmm]	0
braccio [mm]	160
Ndato da momento [Nmm]	0
n perni a momento	2
Nperno da momento [Nmm]	0
Nperno TOTALE [N]	1830

RESISTENZA BULLONI A TAGLIO	
ftb [MPa]	800
Ares[mmq]	78
$\gamma M2$	1.25
FVrd [N]	29952

RESISTENZA TRAZIONE DEI BULLONI	
ftb [MPa]	800
Ares[mmq]	78
$\gamma M2$	1.25
Ftrd [N]	44928

RESISTENZA BULLONI A TAGLIO	
(Fved/FVrd)<1	0.00

RESISTENZA BULLONI A TRAZIONE	
(Fted/FVtd)<1	0.04

RESISTENZA BULLONI A TRAZIONE e TAGLIO	
$(F_{ved}/F_{Vrd}) + (F_{ted}/1.4/F_{Vtd}) < 1$	0.03

RESISTENZA A PUNZONAMENTO PIATTO	
f_{tK} [MPa]	235
t_p [mm]	10
d_m [mm]	12
γ_{M2}	1.25
B_{prd} [N]	42503
Verifica: $V/B_{prd} < 1$	0.04

RESISTENZA RIFOLLAMENTO PIATTO	
f_{tK} [MPa]	235
d [mm]	12
t [mm]	10
f_{tb} [MPa]	800
f_t [MPa]	235
e_1 [mm]	20
d_0 [mm]	13
e_2 [mm]	160
a	0.513
k	2.5
γ_{M2}	1.25
F_{bRd} [N]	28923
Verifica: $f/F_{bRd} < 1$	0.00

2.10.2.4 PIASTRA DIAGONALE-PILASTRO

Il collegamento è realizzato con una piastra con 1 premo M14.

/alori massimi di sollecitazione rilevati per l'involuppo Beam\Truss ~SL18 STR SLV

Tipo n°Asta	Tipo Asta	X (mm)	N (kN)	T12 (kN)	T13 (kN)	MT (kNm)	M12 (kNm)	M13 (kNm)
N min	151	Truss	0.00	-11.68	0.00	0.00	0.00	0.00
N max	151	Truss	0.00	11.33	0.00	0.00	0.00	0.00

Collecitazioni SLV massime

Verifiche

SOLLECITAZIONI

V [N] risultante	11680
n perni	2
Vperno [N]	5840
N [N] totale	0
n perni	2
Nperno [N]	0

M [Nmm]	0
braccio [mm]	160
Ndato da momento [Nmm]	0
n perni a momento	2
Nperno da momento [Nmm]	0
Nperno TOTALE [N]	0

RESISTENZA BULLONI A TAGLIO	
ftb [MPa]	800
Ares[mmq]	112
$\gamma M2$	1.25
FVrd [N]	43008

RESISTENZA TRAZIONE DEI BULLONI	
ftb [MPa]	800
Ares[mmq]	112
$\gamma M2$	1.25
Ftrd [N]	64512

RESISTENZA BULLONI A TAGLIO	
$(Fved/FVrd) < 1$	0.14

RESISTENZA BULLONI A TRAZIONE	
$(Fted/FVtd) < 1$	0.00

RESISTENZA BULLONI A TRAZIONE e TAGLIO	
$(Fved/FVrd) + (Fted/1.4/FVtd) < 1$	0.14

RESISTENZA A PUNZONAMENTO PIATTO	
ftK [MPa]	235
tp [mm]	10
dm [mm]	14
$\gamma M2$	1.25
Bprd [N]	49587
Verifica: $V/Bprd < 1$	0.00

RESISTENZA RIFOLLAMENTO PIATTO	
ftK [MPa]	235
d [mm]	14
t [mm]	10
ftb [MPa]	800
ft [MPa]	235
e1 [mm]	20
d0 [mm]	15
e2 [mm]	160
a	0.444
k	2.5
$\gamma M2$	1.25

FbRd [N]	29244
Verifica: $f/FbRd < 1$	0.20

3 RELAZIONE SUI MATERIALI

Si faccia riferimento al fascicolo allegato.

4 PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA DELLA PARTE STRUTTURALE

Si faccia riferimento al fascicolo allegato.

5 RELAZIONI SPECIALISTICHE

5.1 RELAZIONE GEOLOGICA

Per quanto riguarda le caratteristiche del terreno si fa riferimento alle indicazioni della RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA E SISMICA redatta dal Dott. Geol. Beretti

5.2 RELAZIONE GEOTECNICA

Per quanto riguarda le caratteristiche del terreno si fa riferimento alle indicazioni della RELAZIONE GEOLOGICA-GEOTECNICA E SISMICA redatta dal Dott. Geol. Beretti.

5.3 RELAZIONE SULLE FONDAZIONI

Si faccia riferimento alla relazione

Reggio Emilia, 19 novembre 2019

Il Progettista Strutturale
Ing. Lorenzo Giordani